



Sverige

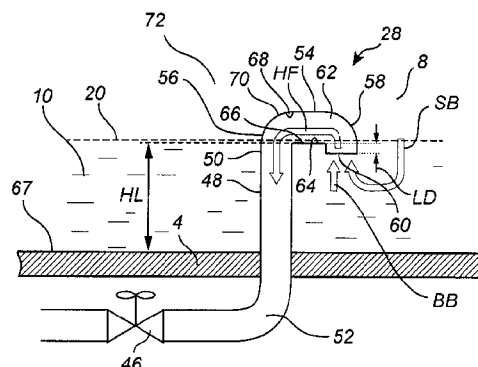
(12) Patentskrift

(10) SE 537 312 C2

(21) Patentansökningsnummer:	1150954-4	(51) Int.Cl.:	
(45) Patent meddelat:	2015-04-07	C12M 1/107	(2006.01)
(41) Ansökan allmänt tillgänglig:	2013-04-15	C02F 3/28	(2006.01)
(22) Ingivningsdag:	2011-10-14		
(24) Löpdag:	2011-10-14		
(30) Prioritetsuppgifter:	---		

(73) Patenthavare: Tekniska Verken i Linköping AB, Box 1500, 581 15 Linköping SE
(72) Uppfinnare: Erik Nordell, Linköping SE
Jan Moestedt, Norrköping SE
Martin Karlsson, Linköping SE
(74) Ombud: AWAPATENT AB, Junkersgatan 1, 582 35, Linköping SE
(54) Benämning: Biogasproducerande laboratoriereaktor
(56) Anförda publikationer: US 4370418 A · FR 2477364 A1 · US 4436818 A · US 4401441 A1
(57) Sammandrag:

En biogasproducerande laboratoriereaktor (1) innefattar en kavitet (8) för att rymma organiskt material under rötning därav, och en anordning för nivåinställning (28). Anordningen för nivåinställning (28) innefattar en avvattningsöppning (60) som står i flödesförbindelse med ett avvattningsrör (48) via vilket material inrymt i kaviteten (8) kan avvattnas ut från kaviteten (8). Anordningen för nivåinställning (28; 228) innefattar vidare en undre flödesbegränsning (64) vilken bestämmer en för materialet inuti kaviteten (8) vertikal nivå över vilken det organiska materialet måste strömma när det passerar från avvattningsöppningen (60) och in i avvattningsröret (48). Den undre flödesbegränsningen (64) befinner sig på en högre vertikal nivå än avvattningsöppningen (60).



BIOGASPRODUCERANDE LABORATORIEREAKTOR**Uppfinningens tekniska område**

Föreliggande uppfinning hänför sig till en biogasproducerande laboratoriereaktor innefattande en kavitet för att rymma organiskt material under rötning därav, och en anordning för nivåinställning innefattande ett avvattningsrör via vilket organiskt material inrymt i kaviteten kan avvattnas ut från kaviteten.

Föreliggande uppfinning hänför sig vidare till ett sätt att utföra experiment med rötning av organiskt material i en biogasproducerande laboratoriereaktor.

Uppfinningens bakgrund

Bioreaktorer används vanligen för rötning av organiskt material, såsom jordbruksprodukter, matavfall, kloakslam, etc. i syfte att minska volymen hos det organiska materialet, och för att producera biogas. En fullskalig bioreaktor kan innehålla en volym av 1000 – 10 000 m³ organiskt material som rötas. Med sådana stora volymer av organiskt material blir experiment som utförs för att optimera och utveckla processen dyra och riskfulla. Därför finns det ett behov av en anordning som möjliggör att utföra experiment i mindre skala vid relevanta driftförhållanden, innan implementering i full skala av nya driftsprinciper, nya organiska material, nya tillsatser, etc. kan ske.

DE 40 06 382 A1 visar en laboratoriereaktor som kan användas för experiment i mindre skala. Emellertid ger inte experimenten som utförts i laboratoriereaktorn i DE 40 06 382 A1 tillräckligt noggranna experimentella resultat för att på ett säkert sätt kunna implementeras i en fullskalig bioreaktor.

Sammanfattning av uppfinningen

Ett syfte med föreliggande uppfinning är att anvisa en laboratoriereaktor i vilken tillförlitliga experiment med rötning av organiskt material kan utföras i mindre skala.

- 5 Detta syfte uppnås med en biogasproducerande laboratoriereaktor innefattande en kavitet för att rymma organiskt material under rötning därav, och en anordning för nivåinställning innefattande ett avvattningsrör via vilket organiskt material inrymt i kaviteten kan avvattnas ut från kaviteten. Anordningen för nivåinställning innefattar vidare en avvattningsöppning som
- 10 står i fluidförbindelse med avvattningsröret, och genom vilken material kan avvattnas från kaviteten och in i avvattningsröret, och en undre flödesbegränsning vilken bestämmer en för materialet inuti kaviteten vertikal nivå över vilken det organiska materialet måste strömma när det passerar från avvattningsöppningen och in i avvattningsröret, varvid den undre
- 15 flödesbegränsningen befinner sig på en högre vertikal nivå än avvattningsöppningen.

- En fördel med denna laboratoriereaktor är att organiskt material kan avvattnas från reaktorns kavitet med högre noggrannhet både med avseende på nivån av materialet som är kvar i kaviteten och med avseende på
- 20 fördelning av partikelstorleken hos materialet som avvattnats från kaviteten i förhållande till fördelning av partikelstorleken hos materialbulken i kaviteten.

- Enligt en utföringsform befinner sig den undre flödesbegränsningen på ett vertikalt avstånd av 5-300 mm ovanför avvattningsöppningens läge. En fördel med en sådan utföringsform är att material som är representativt för
- 25 materialbulken i kaviteten kan avvattnas, utan att onödigt långa transportvägar genereras för materialet som avvattnas.

- Enligt en utföringsform befinner sig den undre flödesbegränsningen vid en tilltänkt vätskehöjd ovanför en invändig botten hos kaviteten, varvid ett vertikalt avstånd mellan avvattningsöppningens läge och den undre
- 30 flödesbegränsningen uppgår till 1-40% av den tilltänkta vätskehöjden. En fördel med en sådan utföringsform är att avvattningsöppningens läge alltid befinner sig under materialets vätskeyta, men ändå inte för nära botten där en ansamling av ickerepresentativa material kan uppstå.

Enligt en utföringsform innefattar anordningen för nivåinställning en ventilationsöppning som förbinder det inre av anordningen för nivåinställning med ett gasutrymme för att förebygga häverteffekt i anordningen för nivåinställning. En fördel med en sådan utföringsform är att problem som

5 hänför sig till oönskat sug av material från kaviteten kan undvikas eller åtminstone reduceras.

Enligt en utföringsform är avvattningsöppningen vänd nedåt. En fördel med en sådan utföringsform är att uppsamling av representativt material från kavitetens materialbulk blir enklare och kan göras med bättre precision.

10 Enligt en utföringsform är avvattningsöppningen och avvattningsröret står i fluidförbindelse med hjälp av en rörböj. En fördel med en sådan utföringsform är att det är ett effektivt och ändå enkelt sätt att åstadkomma en anordning för nivåinställning som innebär en låg risk för att material ska fastna inuti den.

15 Enligt en utföringsform är avvattningsöppningen och avvattningsröret står i fluidförbindelse med hjälp av ett förgreningsrör. En fördel med en sådan utföringsform är att en effektiv design uppnås, vilket även kan användas för omständigheter när materialnivån inuti kaviteten varierar inom ett stort område.

20 Enligt en utföringsform innefattar laboratoriereaktorn ett gasbuffertsystem som har en expanderbar gassäck och ett gasrör som förbinder gassäcken med ett gasutrymme hos en biogasreaktor i kaviteten, varvid gasbuffertsystemet är anordnat att transportera biogas som finns i gassäcken till gasutrymmet i kaviteten när volymen av organiskt material i

25 kaviteten justeras med hjälp av anordningen för nivåinställning. En fördel med en sådan utföringsform är att materialnivån kan justeras utan att orsaka en tryckförändring inuti kaviteten, och utan att orsaka att luft sugas in i kaviteten.

Enligt en utföringsform är kavitetens totala volym är 1-100 liter. Det har visat sig att med en volym som är mindre än 1 liter är det svårt att uppnå

30 noggranna experimentella resultat i laboratoriereaktorn. En volym som överstiger 100 liter gör att laboratorieexperiment blir dyrare och kräver mer arbetskraft, utan att öka noggrannhet hos experimentets testresultat.

Fig. 5a är en schematisk vy från sidan och visar ett gasbuffertsystem enligt ett första driftsläge.

Fig. 5b är en schematisk vy från sidan och visar ett gasbuffertsystem enligt ett andra driftsläge.

5 Fig. 6 är en schematisk vy från sidan och visar en matningsanordning hos den biogasproducerande laboratoriereaktorn.

Fig. 7a är en schematisk vy från sidan och visar en kolv hos matningsanordningen i Fig. 6.

10 Fig. 7b är en schematisk vy från sidan och visar kolven i Fig. 7a när den skruvas fast vid ett matningsrör.

Fig. 7c är en schematisk vy från sidan och visar kolven i Fig. 7a i ett tätningssläge.

Detaljerad beskrivning av föredragna utföringsformer

15 Fig. 1 visar en biogasproducerande laboratoriereaktor 1. Biogasen, som typiskt innehåller metangas, CH₄, koldioxidgas, CO₂, och möjligen vätgas, H₂, och spårämnen av andra gaser såsom svavelväte H₂S, framställs genom rötning av organiskt material vid anaerobiska förhållanden genom användning av levande mikroorganismer såsom bakterier och arkéer i

20 laboratoriereaktorn 1. Det organiska materialet kan innefatta olika sorters material med biologiskt ursprung, hädanefter benämnt "biologiskt material", såsom slaktavfall, avloppsslam, matrester, biprodukter från jordbruk, avfall från djur, kogödsel, och olika blandningar av detsamma samt andra biologiska material. Det organiska materialet kan även innefatta exempelvis

25 olika sorters material med icke-biologiskt ursprung, hädanefter benämnt "icke-biologiskt material", såsom rester och avfall från färg, bläck och DYE, använd olja, etc. Vidare kan biogas bildas genom rötning av en blandning av biologiska och icke-biologiska material. Utföringsformerna som beskrivs här nämner, som ett exempel, rötning av biologiskt material. Experiment med

30 rötning vid anaerobiska förhållanden i den biogasproducerande laboratoriereaktorn 1 kan utföras för att hitta optimala processförhållanden för t.ex. ett särskilt biologiskt material, eller en blandning av två eller flera organiska material. När väl optimala processförhållanden har upprättats

genom experiment, kan dessa förhållanden användas i en fullskalig biogasproducerande anläggning där liknande typ av material används.

Den biogasproducerande laboratoriereaktorn 1 innefattar en övre platta 2, en nedre platta 4, och ett cylindriskt väggelement 6 som är anordnat där emellan. Den övre plattan 2, den nedre plattan 4, och det cylindriska väggelementet 6 bildar en gastät reaktorkavitet 8 som kan innehålla biologiskt material 10 av vätske- eller slamkonsistens. Den gastäta reaktorkavitets 8 volym är typiskt 1-100 liter, företrädesvis 5-25 liter. Den övre och den nedre plattan 2, 4 är typsikt av metall, såsom stål eller aluminium, eller av plastmaterial såsom polypropylen (PP) eller polytetrafluoroethylene (PTFE). Det cylindriska väggelement 6 kan vara av något av ovan nämnda metall- eller plastmaterial. Enligt en föredragen utföringsform är det cylindriska väggelement 6 gjort av ett genomskinligt material såsom glas eller plast, såsom Duran™.

En blandare 12 kan, frivilligt, sträcka sig genom en hylsa/genomföring 14 anordnad i den övre plattan för att blanda det biologiska materialet 10 som finns i reaktorkaviteten 8.

En mataranordning 16 är anordnad att mata biologiskt material som ska rötas till reaktorkaviteten 8 med minimalt med oönskad tillförsel av luft till reaktorkaviteten 8. Syrgas som finns i luften är giftigt för en del biogasproducerande mikroorganismer. Vidare kan syrgas som finns i en oönskad tillförsel av luft till reaktorkaviteten 8 reagera med vissa gaskomponenter, såsom svavelväte, som bildas vid rötningsprocessen, vilket kan leda till felaktiga mätresultat för sådana gaskomponenter. Vidare späder en oönskad tillförsel av luft till reaktorkaviteten 8 ut biogasen som produceras på ett oförsägbart sätt, vilket leder till osäkerheter i analysen av mängd och sammansättning av den bildade biogasen. Därför ökar relevansen och reproducerbarheten av de experimentella resultaten med en effektiv anordning för att mata material, där tillförseln av luft hålls till ett minimum, till reaktorkaviteten. Mataranordningen 16 innefattar ett matningsrör 18 som är anordnat i den övre plattan 2 och som sträcker sig nedanför en vätskeyta 20 hos vätske- eller slammaterialet 10 som finns i reaktorkaviteten 8.

Mataranordningen 16 innefattar vidare en kolv 22 som är insättbar i

matningsröret 18 för att trycka ner biologiskt material under vätskeytan 20 och för att täta matningsröret 18, vilket beskrivs mer detaljerat nedan. En nedre ände 24 hos kolven 22 sträcker sig under en nedre ände 26 hos matningsröret 18, för att säkerställa att biologiskt material som ska matas till kaviteten 8 blandas med bulken av biologiskt material 10 som finns inuti kaviteten 8, och inte fastnar inuti matningsröret 18. De nedre ändarna 24, 26 är anordnade att sänkas ner i vätske- eller slammaterialet 10 under användning av reaktorn 1, dvs. de nedre ändarna 24, 26 är placerade under ytan 20.

10 En anordning för nivåinställning 28, vilken kommer att beskrivas med detaljerat nedan, är anordnad att ställa in mängden biologiskt material 10 som finns inuti kaviteten 8.

Ett värmehölje 30, som endast visas delvis i Fig. 1, kan svepas kring det cylindriska väggelementet 6 för att värma upp det biologiska material 10 som finns inuti kaviteten 8 till en lämplig och konstant temperatur, av typiskt 15 till 95°C, oftast till en temperatur av 20-60°C.

Biogas som produceras inuti kaviteten 8 samlas upp via ett gasrör 32 som sträcker sig genom den övre plattan 2. Som kan ses i Fig. 1 är en nedre öppen ände 34 av gasröret 32 anordnad en bra bit ovanför vätskeytan 20 för att undvika att biogasen förorenas av vätskematerialet 10. Gasröret 32 är 20 anslutet till ett analysinstrument 36 som analyserar mängden och sammansättningen av den producerade biogasen. En ventil 37 kan, frivilligt, anordnas i gasröret 32 för att stänga av flödet av biogas till analysinstrumentet 36 när material ska matas till eller avlägsnas från kaviteten 8. 25

Ett gasbuffertsystem 38 är anordnat för att undvika över- och undertryck uppstår inuti reaktorkaviteten 8 när biologiskt material matas till kaviteten 8, eller när rötat material avlägsnas från reaktorkaviteten 8. Gasbuffertsystem 38 innefattar en gassäck 40, som är anordnat utanför kaviteten 8, och ett gasrör 42 som står i flödesförbindelse med gassäcken 40 och som sträcker sig genom den övre plattan 1 och in i kaviteten 8 och som har en nedre öppen ände 44 som är anordnad en bra bit ovanför vätskeytan 20. Gassäcken 40 kan innehålla, på grund av dess expanderbara karaktär,

varierande mängd biogas. En ventil 43 kan, frivilligt, vara anordnad i gasröret 42 för att öppna en gasanslutning mellan kaviteten 8 och gassäcken 40 vid matning eller avlägsning av material från kaviteten 8. När biologiskt material tillförs till kaviteten 8, vilket medför att volymen av vätske- eller slammaterial 5 10 inuti kaviteten ökar, kommer därmed överskottet av biogas att transporteras till gassäcken 40 så att övertryck inuti kaviteten 8 undviks, vilket kommer att beskrivas mer detaljerat nedan. När rötat biologiskt material avlägsnas från kaviteten 8, vilket minskar volymen av vätske- eller slammaterial 10 inuti kaviteten 8, transporteras biogas som lagras inuti 10 gassäcken 40 till kaviteten 8, så att undertryck inuti kaviteten 8 kan undvikas. Det senare är speciellt viktigt eftersom undertryck kan medföra att omgivningsluft sugas in i kaviteten 8, vilket kan orsaka partiell förgiftning av de biogasproducerande mikroorganismerna.

Rötat biologiskt material kan transporteras bort från kaviteten 8 via 15 ovan nämnda anordning för nivåinställning 28, genom att öppna den därpå anordnade ventilen 46.

Fig. 2 visar en anordning för nivåinställning 128 enligt en känd teknik. Anordningen för nivåinställning 128 enligt känd teknik innefattar ett vertikalt avvattningsrör 148 som är monterat i en nedre platta 104. Avvattningsröret 20 har en öppen övre ände 150. Den öppna övre änden mottar rötat material vid en vätskeyta 120. När en ventil 146 öppnas avvattnas rötat material genom den öppna änden 150, vertikalt nedåt genom avvattningsröret 148 och ut ur laboratoriereaktorn via ett rör 152 på vilket en ventil 146 är anordnad. Pilar DB visar hur rötat biologiskt material vid ytan 120 kommer in i 25 avvattningsrörets 148 övre öppna ände 150 och flödat nedåt genom röret 148. Det har nu upptäckts att den övre öppna änden 150 kan utföra den önskade funktionen att vara en partikelfälla, med partikulärt material PM, och speciellt de största partiklarna, som fastnar inuti avvattningsröret 148 och som inte kan komma därifrån. Såsom indikeras i Fig. 2 blir resultatet att 30 koncentrationen av partikulärt material PM blir betydligt högre inuti avvattningsröret 148 än utanför avvattningsröret 148. Vid avvattning av material via avvattningsröret 148 kommer det instängda materialet också att avvattnas, vilket medför en förtunning av partikulärt material PM.

Fig. 4a visar en anordning för nivåinställning 228 enligt en andra utföringsform. Anordningen för nivåinställning 228 innefattar ett vertikalt avvattningsrör 248 som är anordnat i bottenplattan 4 och som sträcker sig vertikalt uppåt från bottenplattan 4. Det vertikala avvattningsröret 248 står, vid en övre ände 250, i fluidförbindelse med ett grenrör 254. Grenröret 250 sträcker sig, med en vinkel α av ungefär 45° , nedåt från den övre änden 250 av det vertikala avvattningsröret 248 och ned i materialet 10 i kaviteten 8. Vinkeln α är typiskt inom intervallet 10 till 75° . Följaktligen står grenröret 254, vid en första ände 256, i fluidförbindelse med det vertikala avvattningsrörets 248 övre ände 250. Grenröret 254 har, vid en andra ände 258, avvattningsöppningar 260 som är vända nedåt in i kaviteten 8. Grenröret 254 har en invändig rörkavitet 262 som tillgodoser flödeskommunikation mellan kaviteten 8 och det vertikala avvattningsröret 248. En nedre flödesbegränsning 264 är formerad vid anslutningen mellan grenröret 254 och det vertikala avvattningsröret 248. Vid drift av anordningen 228 bestämmer den nedre flödesbegränsning 264 den vertikala nivån för ytan 20 hos materialet 10 i kaviteten 8. Den nedre flödesbegränsning 264 befinner sig vid en tilltänkt vätskehöjd HL av typiskt 50 till 1000 mm ovanför kavitetens 8 invändiga botten 67. Den nedre flödesbegränsning 264 befinner sig i ett läge på ett vertikalt avstånd LD ovanför en övre ände 265 av öppningen 260. Det vertikala avståndet LD är typiskt 5-300 mm, företrädesvis 8-50 mm, helst 10-40 mm. Det vertikala avståndet LD är typiskt 1-40%, företrädesvis 5-30%, helst 10-20% av höjden HL.

Volymen av materialet 10 inuti kaviteten 8 kan justeras på liknande sätt som beskrivits ovan med anordningen för nivåinställning 28, genom att ventilen 46 öppnas. När ventilen öppnas flödar rötat material genom avvattningsöppningen 260, vidare genom den invändiga rörkaviteten 262 hos grenröret 254 och genom avvattningsröret 248, som visas med en pil HF. Materialet flödar därefter ut från laboratoriereaktorn via röret 52 på vilket ventilen 46 är anordnad. Material kommer in i avvattningsöppningen 260 både från den intilliggande vätskeytan 20, som visas med en pil SB, och från materialbulken 10, som visas med en pil BB.

avståndet LD är typiskt 1-40%, företrädesvis 5-30%, helst 10-20% av höjden HL.

Justering av volymen av materialet 10 inuti kaviteten 8 genom att avvattna material 10 genom rörets 355 öppning 360, vilket indikeras med pilar 5 SB och BB, tills ytan 20 når samma vertikala nivå som den nedre flödesbegränsningen 364, utförs i enlighet med likande principer som de som beskrivits ovan med hänvisning till Fig. 4a.

Det vertikala kombinerade öppnings- och ventilationsröret 355 kan, frivilligt, vara försett med en ventilationsöppning 368. Ventilationsöppningen 10 368 är formad som ett övre öppet ändparti 370 av röret 355. Med hjälp av ventilationsöppningen 368 minskas risken att undertryck uppstår inuti anordningen för nivåinställning 328, så att risken för oönskad häverteffekt i anordningen för nivåinställning 328 minskas. Röret 348 ha en lång utsträckning vertikalt uppåt för att rymma stora variationer i nivån 20 av 15 material i kaviteten 8.

Fig. 5a är en schematisk vy från sidan av gasbuffertsystemet 38 i ett första driftsläge. I det första driftsläget tillförs biologiskt material BM som ska rötas till den biogasproducerande laboratoriereaktorns 1 kavitet 8. Enligt en utföringsform föregås tillförseln av material till kaviteten 8 av att en ventil 37, 20 vilken är frivillig och visas i Fig. 1, stängs, och en ventil 43, vilken även den är frivillig och visas i Fig. 1, öppnas så att gassäcken 40 kommer i fluidförbindelse med kaviteten 8, och speciellt med gasutrymmet 72. Följaktligen kommer förändringar i gasvolym när material tillförs bara att påverka gasbuffertsystemets 38 gassäck 40 och inte analysinstrumenten 36. 25 Sedan kan tillförseln av material BM till kaviteten 8 påbörjas. Volymen hos materialet 10 inuti kaviteten 8 ökar till följd av sådan tillförsel, vilket visas med pilar, vilket medför att materialets 10 yta stiger från en första nivå 20a till en andra, högre, nivå 20b. Ökningen av ytans nivå från en första nivå 20a till en andra nivå 20b medför en motsvarande reducering i volym gasutrymmet 72 i 30 kaviteten 8. Reduceringen i volym av gasutrymmet 72 medför att biogas GO trycks ut från kaviteten 8, via gasröret 42 och in i den expanderbara gassäcken 40. Till följd av att en sådan mängd gas GO kommer in i gassäcken 40 så expanderar gassäcken 40 till en ökad volym, vilket indikeras

biogasproducerande mikroorganismerna. Utspädning av biogasen och/eller reaktioner mellan syre och gaskomponenter såsom svavelväte av biogasen kan även förvränga testresultaten. Vid igångsättning av den biogasproducerande laboratoriereaktorn 1 kan en del av biogasen som produceras styras till gassäcken 40, istället för via gasröret 32 och analysinstrumenten 36, för att fylla gassäcken 40 till ungefär 1/2 till 2/3 av dess totala volym med biogas, vilken sedan kan användas som en buffert för att kompensera för biologiskt material som tillförs till eller avvattnas från kaviteten 8 i enlighet med ovanstående beskrivning. Enligt en alternativ utföringsform är gasbuffertsystemet 38 ett passivt system, vilket innebär att biogas kan strömma fritt mellan gassäcken 40 och gasutrymmet 72, via gasröret 42, medan biologiskt material tillförs eller avlägsnas från kaviteten 8, utan att behöva styra flödet av biogas via röret 42 med ventiler eller liknande anordningar.

Fig. 6 är en schematisk vy från sidan av mataranordningen 16 av den biogasproducerande laboratoriereaktorn 1 i ett första läge där biologiskt material BM matas till kaviteten 8. När biologiskt material matas till kaviteten 8 avlägsnas först mataranordningens 16 kolv 22 från matningsröret 18 som sträcker sig genom den övre plattan 2. Som kan ses i Fig. 6 sträcker sig matningsröret 18 nedanför vätskeytan 20 vilket innebär att det inte finns någon kontakt mellan gasutrymmet 7 hos kaviteten och atmosfären även då kolven 22 har avlägsnats. Följaktligen läcker inte biogas ut från kaviteten 8 och luft kommer inte in i kaviteten 8 när kolven 22 har avlägsnats från matningsröret 18. En klump av biologiskt material har släppts ned i matningsröret 18 och flyter på det biologiska materialets 10 vätskeyta 20. Kolven 22 sätts sedan, vilket visas med en pil, in i matningsröret 18 och tvingas nedåt för att pressa biologiskt material BM in i materialbulken 10. Som har beskrivits ovan med hänvisning till Fig. 1, sträcker sig den nedre änden av kolven 22 under den nedre änden 26 av matningsröret 18, vilket innebär att det biologiska materialet BM inte kan förbli kvar i matningsröret 18, utan pressas ut från matningsröret 18 av kolvens nedre ände 24 och in i materialbulken 10.

Fig. 7a visar kolven 22 i mer detalj precis efter att den har satts in i matningsröret 18. Kolven 22 innefattar, som huvudsakliga delar, ett nedre kolvparti 76, ett övre kolvparti 78, en tättningsring 80, vilken kan vara gjord av gummi eller annat lämpligt material, ett manövreringshandtag 82, och en

5 gängad stav 84. Det nedre kolvpartiet 76 innefattar en vertikal gängad öppning 86 som kan passa med den gängade staven 84. Det övre kolvpartiet 78 innefattar ett nedre koniskt parti 88 som smalnar av uppåt och kring vilket tättningsringen 80 är anordnad. Tättningsringen 80 vilar på en övre yta 89 av det nedre kolvpartiet 76. Det övre kolvpartiet 78 innefattar även ett vertikalt

10 centrumhål 90 genom vilket den gängade stången 84 sträcker sig. Manövreringshandtaget 82 är stelt anslutet till den gängade stången 84 och ligger an mot ett övre parti 92 hos det övre kolvpartiet 78. I det ögonblick som visas i Fig. 7a har kolven 22 just blivit insatt i matningsröret 18 men någon tättningsverkan har ännu inte påbörjats. Följaktligen är det ett spelrum CP

15 mellan tättningsringen 80 och en innervägg 94 hos matningsröret 18. Detta spelrum CP möjliggör att luft som finns inuti matningsröret 18 kan strömma ut uppåt när kolven 22 gradvis flyttas vertikalt nedåt inuti röret 18 så att luften inte trycks in i materialet 10 inuti kaviteten 8. Det nedre kolvpartiet 76 kan, frivilligt, vara försett med ett jack 95 som sträcker sig från en nedre ände hos

20 det nedre kolvpartiet 76 och upp till ett läge just under tättningsringen 80. Jacket 95, vilket typiskt kan ha ett tvärsnitt av 2-4 mm gånger 2-4 mm kan underlätta ytterligare för luft inuti matningsröret 18 att strömma ut uppåt när kolven 22 gradvis flyttas vertikalt nedåt inuti röret 18

Fig. 7b visar åtdragning av kolven 22 vid matningsröret 18.

25 Manövreringshandtaget 82 vrids medurs, vilket visas med en pil TA. Vridning av handtaget 82 medför att den gängade stången 84 vrids inuti det gängade hålet 86 hos det nedre kolvpartiet 76. Den gängade stången 84 drar därigenom det nedre kolvpartiet 76 uppåt, vilket visas med en pil PU. När det nedre kolvpartiet 76 dras uppåt pressar dess övre yta 89 tättningsringen 80

30 uppåt på det nedre koniska partiet 88. Sådan pressning medför att tättningsringen 80 utvidgar sig i horisontell riktning, så att spelrummet CP försvinner och tättningsringen 80 tätar mellan kolven 22 och matningsrörets 18 inre vägg 94.

avvattningsröret kan sträcka sig genom den nedre plattan 4 eller genom väggelementet 6.

Det har beskrivits ovan att laboratoriereaktorn 1 används för rötning av organiskt material. Det inses att laboratoriereaktorn även kan användas för
5 experiment med rötning med förhydrolys, där organiskt material delvis rötas och sedan skickas till en annan reaktor för vidare rötning. Vidare kan laboratoriereaktorn 1 även användas för experiment med jäsning [eng. "Dark fermentation"] där ett material rötas med ett syfte att alstra biogas som har en hög halt av vätgas, H₂.

10 Det har beskrivits ovan att ventilen 37 stängs och ventilen 43 öppnas när material tillförs eller avvattnas från reaktorns 1 kavitet 8. Det är även möjligt att anordna reaktorn utan eller båda av dessa ventiler, då biogasreaktors 1 gasutrymme 72 alltid står i fluidförbindelse med gassäcken
15 40 och/eller analysinstrumenten 36. I några fall är det emellertid lättare att styra flödet av biogas genom att manövrera ventilerna 37, 43 i enlighet med ovanstående beskrivning.

PATENTKRAV

1. En biogasproducerande laboratoriereaktor (1) innefattande en kavitet (8) för att rymma organiskt material under rötning därav, och en
5 anordning för nivåinställning (28) innefattande ett avvattningsrör (48) via vilket organsikt material inrymt i kaviteten (8) kan avvattnas ut från kaviteten (8), varvid laboratoriereaktorn (1) k ä n n e t e c k n a s a v a t t a n o r d n i n g e n för nivåinställning (28; 228) vidare innefattar:
 - en avvattningsöppning (60; 260) som står i fluidförbindelse med
10 avvattningsröret (48; 248) och genom vilken material kan avvattnas från kaviteten (8) och in i avvattningsröret (48; 248), och
 - en undre flödesbegränsning (64; 264) vilken bestämmer en för materialet inuti kaviteten (8) vertikal nivå över vilken det organiska materialet måste strömma när det passerar från avvattningsöppningen (60; 260) och in i
15 avvattningsröret (48; 248), varvid den undre flödesbegränsningen (64; 264) befinner sig på en högre vertikal nivå än avvattningsöppningen (60; 260).
2. En laboratoriereaktor enligt patentkrav 1, varvid den undre flödesbegränsningen (64; 264) befinner sig på ett vertikalt avstånd (LD) av 5-
20 300 mm ovanför avvattningsöppningens (60; 260) läge.
3. En laboratoriereaktor enligt något av ovanstående patentkrav, varvid den undre flödesbegränsningen (64; 264) befinner sig vid en tilltänkt vätskehöjd (HL) ovanför en invändig botten (67) hos kaviteten (8), varvid ett
25 vertikalt avstånd (LD) mellan avvattningsöppningens (60; 260) läge och den undre flödesbegränsningen (64; 264) uppgår till 1-40 % av den tilltänkta vätskehöjden (HL).
4. En laboratoriereaktor enligt något av ovanstående patentkrav, varvid
30 anordningen för nivåinställning (28; 228) vidare innefattar en ventilationsöppning (68; 268) som förbinder det inre av anordningen för nivåinställning (28; 228) med ett gasutrymme (72) för att förebygga häverteffekt i anordningen för nivåinställning (28; 228).

5. En laboratoriereaktor enligt något av ovanstående patentkrav, varvid avvattningsöppningen (60; 260) är vänd nedåt.

6. En laboratoriereaktor enligt något av ovanstående patentkrav, varvid
5 avvattningsöppningen (60) och avvattningsröret (48) står i fluidförbindelse med hjälp av en rörböj (54).

7. En laboratoriereaktor enligt något av ovanstående patentkrav, varvid
10 avvattningsöppningen (260) och avvattningsröret (248) står i fluidförbindelse med hjälp av ett förgreningsrör (254).

8. En laboratoriereaktor enligt något av ovanstående patentkrav, varvid laboratoriereaktorn (1) innefattar ett gasbuffertsystem (38) som har en
15 expanderbar gassäck (40) och ett gasrör (42) som förbinder gassäcken (40) med ett gasutrymme (72) i kaviteten (8), varvid gasbuffertsystemet (38) är anordnat att transportera biogas som finns i gassäcken (40) till gasutrymmet (72) i kaviteten (8) när volymen av organiskt material i kaviteten (8) justeras med hjälp av anordningen för nivåinställning (28).

20 9. En laboratoriereaktor enligt något av ovanstående patentkrav, varvid kavitetens (8) totala volym är 1-100 liter.

10. Ett sätt att utföra laboratorieexperiment med rötning av organsikt
25 material i en biogasproducerande laboratoriereaktor (1), innefattande:
mata organiskt material (BM) till en kavitet (8) hos laboratoriereaktor (1);

röta det organiska materialet inuti kaviteten (8) under anaerobiska förhållanden vid produktion av biogas; och

30 justera mängden material i kaviteten (8) med hjälp av en anordning för nivåinställning (28) innefattande ett avvattningsrör (48; 248) via vilket material inrymt inuti kaviteten (8) kan avvattnas från kaviteten (8), varvid sådant material avvattnas från kaviteten (8) via en avvattningsöppning (60; 260) som står i fluidförbindelse med avvattningsröret (48; 248), tills en vertikal nivå hos

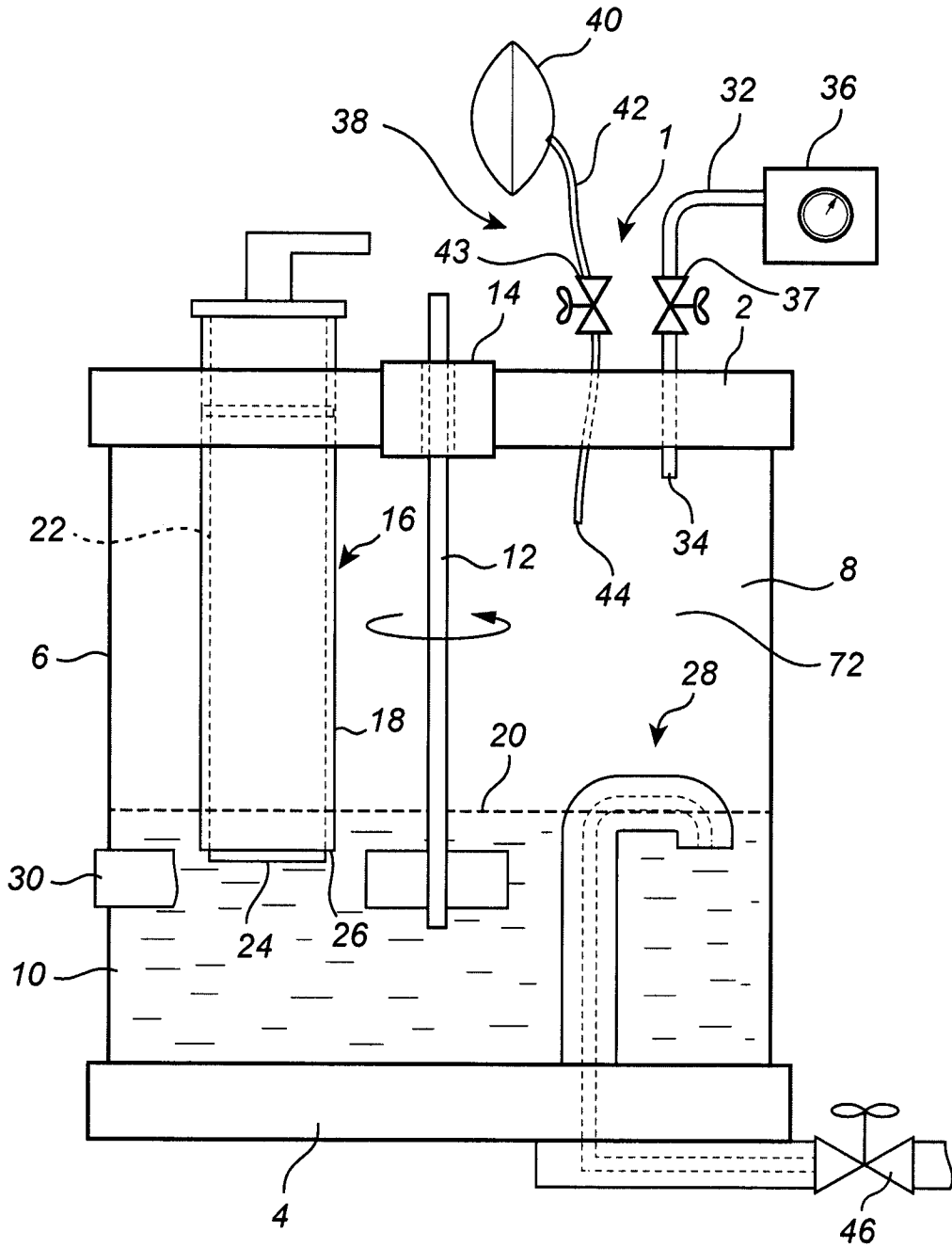


Fig. 1

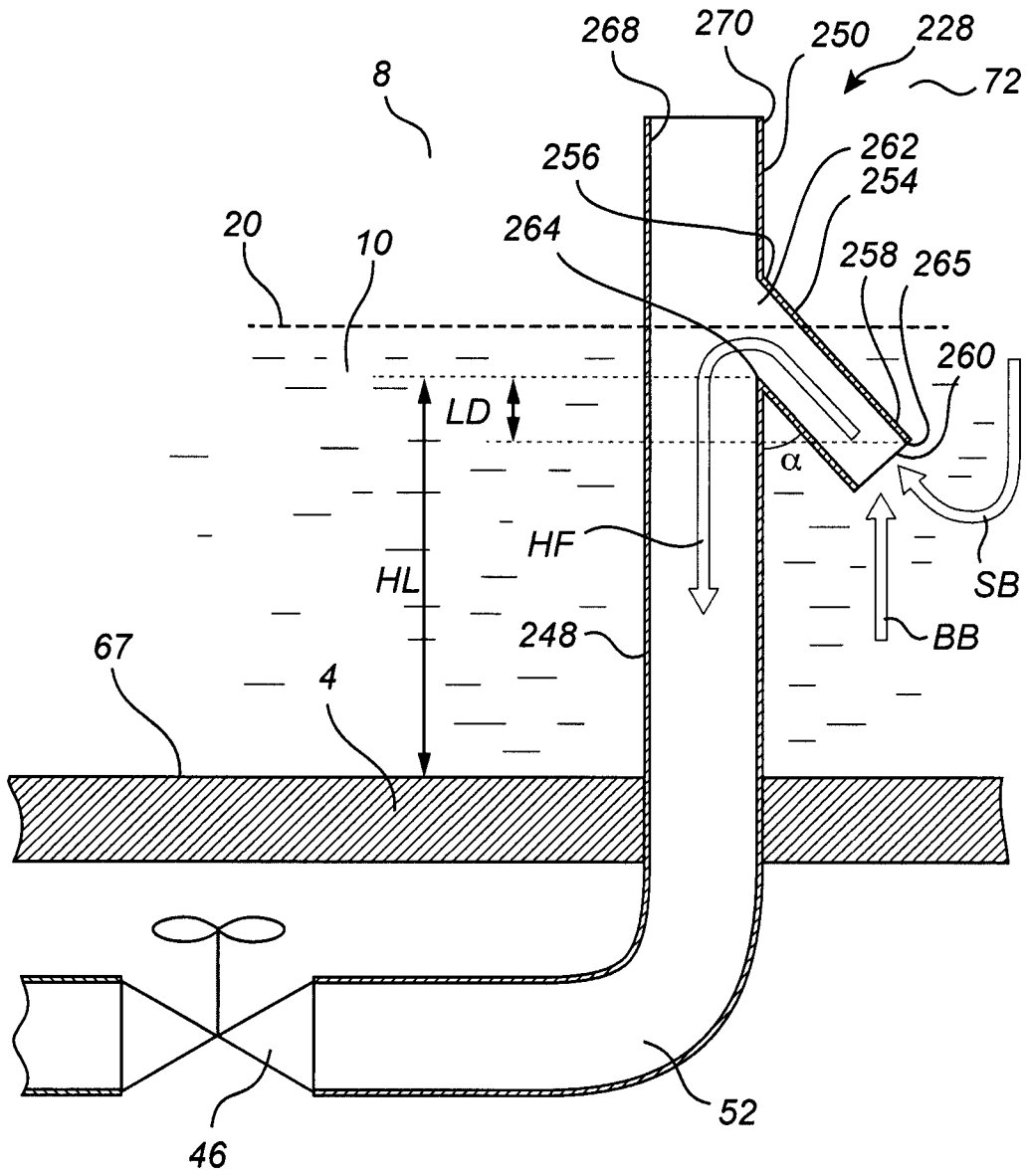
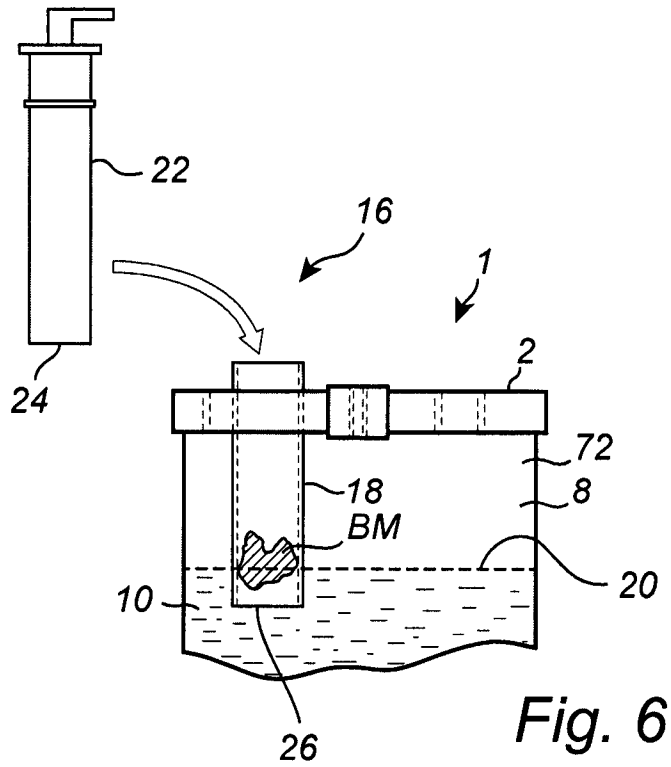
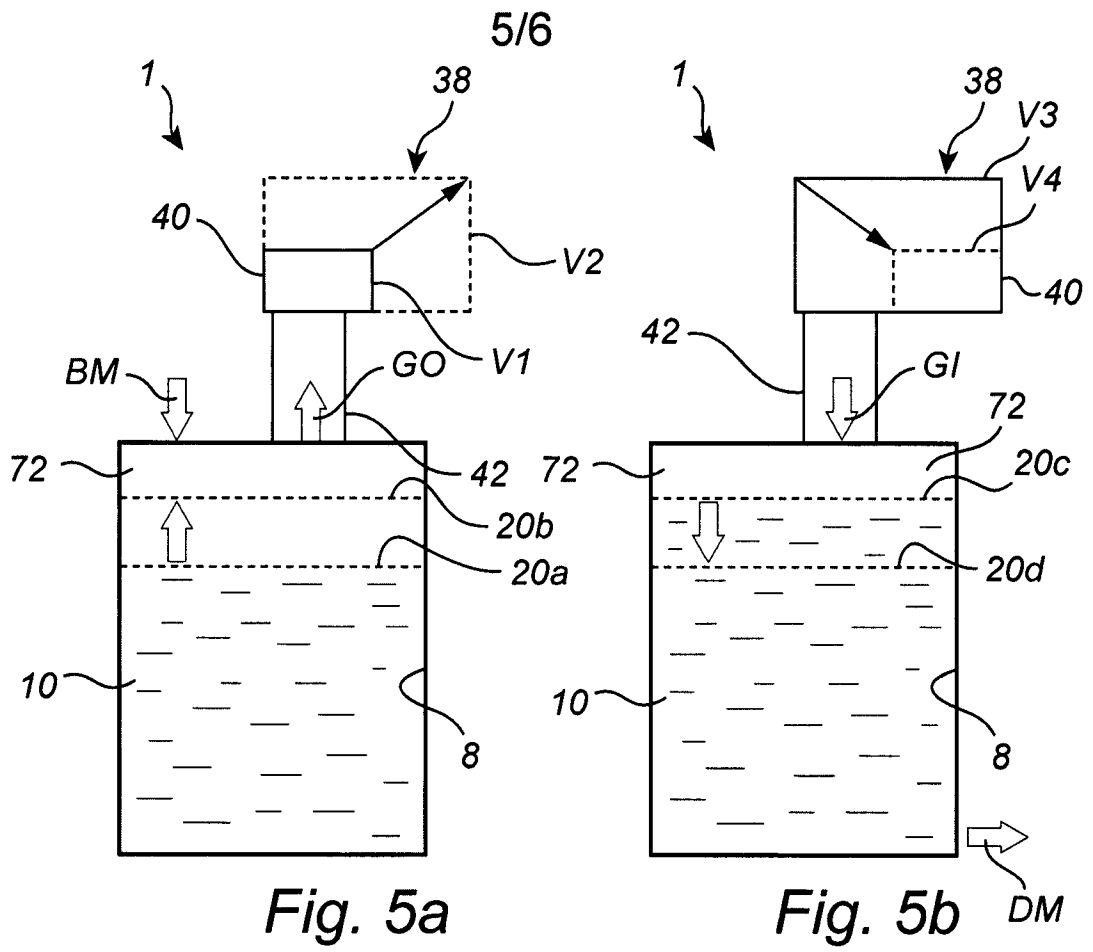


Fig. 4a



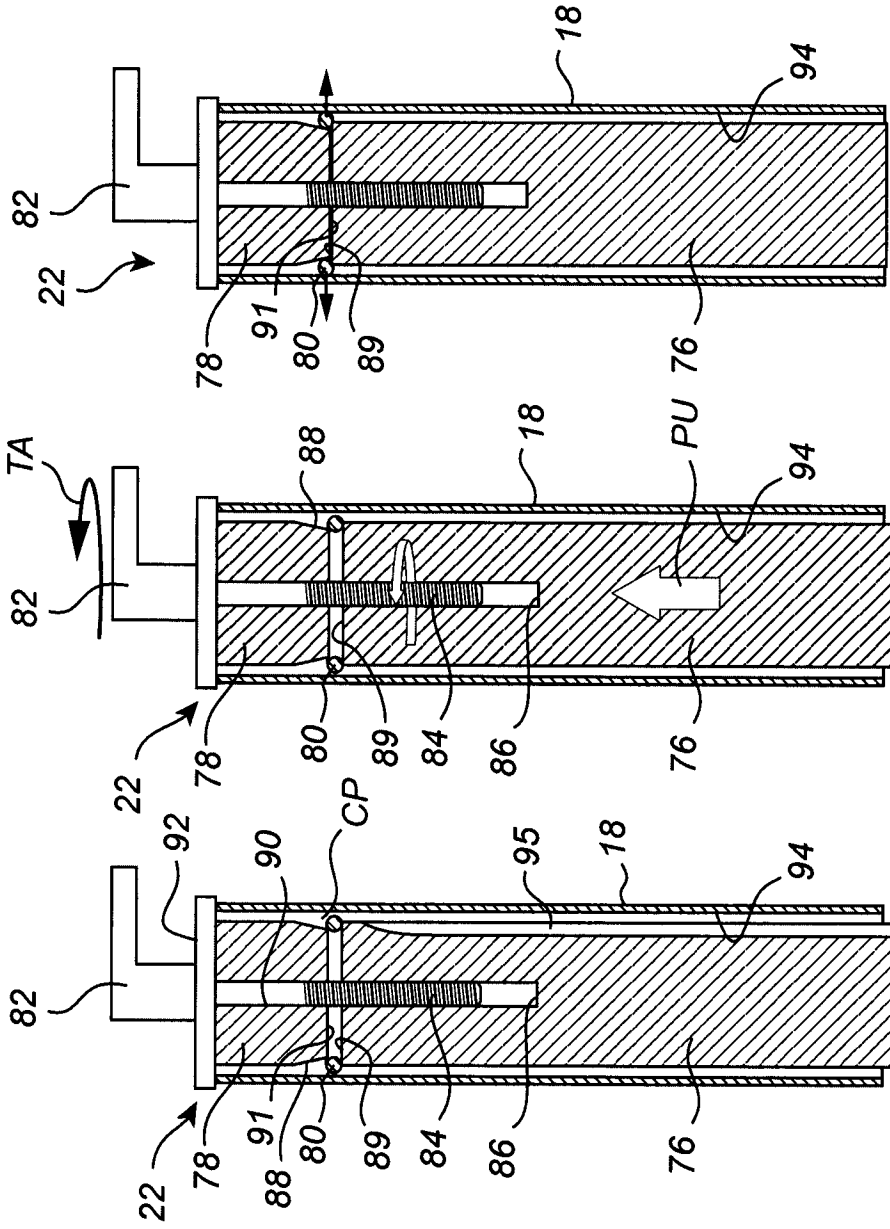


Fig. 7c

Fig. 7b

Fig. 7a