



Patentdirektoratet

TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 0600/94

(51) Int.Cl.6

F 02 B 37/02

(22) Indleveringsdag: 27 maj 1994

F 01 N 7/10

(41) Alm. tilgængelig: 28 nov 1995

(45) Patentets meddelelse bkg. den: 02 feb 1998

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: -

(73) Patenthaver: *MAN B&W Diesel A/S; Teglhømsgade 41; 2450 København SV, DK

(72) Opfinder: Lisa *Tobiesen; DK

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) Opdelt udstødsreceiver i en stor jævntryksladed forbrændingsmotor

(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag:

600-94

En stor jævntryksladed forbrændingsmotor, navnlig en totakts dieselmotor af krydshovedtypen, har flere cylindre (1), hvis længdeakser er adskilt af en første, hovedsagelig ens afstand (D) i motorens længderetning, eventuelt på nær mellem to af cylindrene, hvor længdeakserne kan være adskilt af en anden, større afstand (E) for mellem disse to cylindre at give plads for et af krumtapakslen trukket kamakseldrev (23). Cylindrene er gennem hver sin udstødsgaskanal (11) tilsluttet en for flere cylindre fælles udstødsreceiver (13), der mellem to udstødsgaskanaler er opdelt i mindst to aflange receiversektioner (13a, 13b), der er udformet som trykbeholdere og er indbyrdes forbundne via en strømningspassage (24) med væsentlig mindre tværsnitsareal end receiversektionerne. Opdelingen af udstødsreceiveren er placeret mellem to cylindre, hvis længdeakser er adskilt af nævnte første afstand (D). De to endebunde har så lille udstrækning i motorens længderetning, at de kan

fortsættes

600-94

ligge mellem to tude hørende til cylindre, hvis længdeakser er adskilt med afstanden (D) i motorens længderetning, dvs. at opdelingen kan placeres mellem et vilkårligt par af cylindre uden at ændre adskillelsen mellem disse cylindre. Udstødsreceiveren kan således opdeles på et sted, der er optimalt for mindskning af svingningerne i receiveren.

600-94

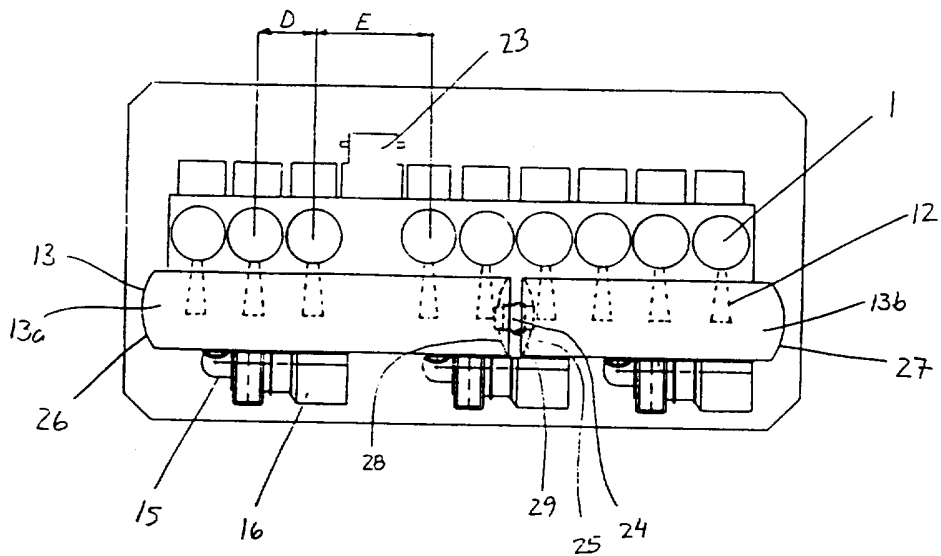


Fig. 2

Opfindelsen angår en stor jævntryksladet forbrændingsmotor, navnlig en totakts dieselmotor af krydshovedtypen, med flere cylindre, hvis længdeakser er adskilt af en første, hovedsagelig ens afstand i 5 motorens længderetning, eventuelt på nær mellem to af cylindrene, hvor længdeakserne kan være adskilt af en anden, større afstand for mellem disse to cylindre at give plads for et af krumtapakslen trukket kamakseldrev, hvor cylindrene gennem hver sin udstødsgaskanal er til- 10 sluttet en for flere cylindre fælles udstødsreceiver, der mellem to udstødsgaskanaler er opdelt i mindst to aflange receiversektioner, der er udformet som trykbeholdere og er indbyrdes forbundne via en strømningspassage med væsentlig mindre tværsnitsareal end receiversektionerne. 15

I en jævntryksladet forbrændingsmotor udjævnes udstødsimpulserne fra de enkelte cylindre ved at føre udstødsgassen fra cylindrene ud gennem de tilhørende udstødsgaskanaler til en udstødsreceiver, der er fælles 20 for flere cylindre. Heri udlignes trykvariationerne, hvorefter udstødsgassen tilledes turbinedelen i motorens turbolader eller turboladere. Trykudligningen indebærer, at turbinerne arbejder med et tilgangstryk, der er i det væsentlige konstant ved samme motorbelastning, hvilket 25 øger turbinens virkningsgrad og giver mulighed for nedsættelse af motorens specifikke brændselsforbrug.

Ved motorer med mange cylindre, fx 8-12 cylindre, er det kendt at opdele udstødsreceiveren i to sektioner, der er forbundet med hinanden med en kompensator, som 30 har en mindre diameter end den resterende del af receiversektionerne. Opdelingen er foretaget for at holde vægten af receiversektionerne nede på størrelser, der kan håndteres ved motorens fremstilling og montering, samt for at begrænse de termiske længdeændringer 35 af receiveren. Den kendte deling er beliggende ved træk-

ket til kamakslen, hvor der er større afstand mellem cylindrene, idet opdelingen er pladskrævende ved delestedet på grund af receiversektionernes udformning som efter hinanden liggende traditionelle trykbeholdere
5 med konvekse endebunde.

Det har vist sig, at udstødsreceiveren kan blive udsat for kraftige langsgående svingninger, hvilket stiller store krav til styrken af receiverens understøtninger og til materialet omkring understøtningernes
10 fastgørelse til receiverens svøb. Det er kendt at dæmpe disse svingninger med skråstag, der indeholder et hydraulisk element for kompensering for de termiske udvidelser, samt at give understøtningen en hensigtsmæssig udformning som beskrevet i dansk patentansøgning
15 nr. 438/92. Dette løser dog ikke det grundlæggende problem, at udformningen af udstødsreceiveren i den kendte teknik i alt væsentligt er fastlagt af motorens cylinderstørrelse, cylinderantal og det eventuelle kamakseldrev mellem cylindrene.

20 Hensigten med opfindelsen er at tilvejebringe en stor totakts jævntryksladet forbrændingsmotor, hvor udstødsreceiveren er delt i flere receiversektioner på en måde som giver motordesigneren væsentlig bedre mulighed for at tilpasse receiverens udformning til en
25 aktuel motor og til de her forekommende driftsforhold for receiveren.

Denne hensigt nås ved, at den store totakts jævntryksladede forbrændingsmotor ifølge opfindelsen er ejendommelig ved, at opdelingen af udstødsreceiveren er
30 placeret mellem to cylindre, hvis længdeakser er adskilt af nævnte første afstand.

Opdelingen kan således placeres mellem et vilkårligt par af cylindre i stedet for den tidligere anvendte faste placering ud for kamakseldrevet. Med opfindelsen
35 er det også muligt at opdele udstødsreceiveren i en

motor, hvor alle cylindrene ligger i ens, kort afstand fra hinanden, fordi der ikke er noget kamakseldrev mellem to cylindre, fx fordi den tidligere kendte kamakselaktivering er erstattet med en elektronisk
5 aktivering.

Med opfindelsen er erkendt, at beliggenheden af opdelingen har betydning for receiverens driftsforhold, og navnlig at de kraftige langsgående svingninger i receiveren kan mindskes eller undgås ved passende
10 placering af opdelingen.

Gassen i udstødsreceiveren tilføres energi af udstødningen fra cylindrene, og da energitilførslen både varierer i tid og sted, kan gassen inde i receiveren sættes i svingninger. Egenfrekvenserne for langsgående
15 gastrykssvingninger inden i udstødsreceiveren afhænger blandt andet af receiverens længde, og den laveste egenfrekvens svarer til en svingningsform, hvor trykkene ved receiverenderne er i modfase og de største hastighedsændringer sker ved receiverens midte. De pulserende
20 udstødningers evne til excitation af gasdynamiske svingninger i udstødsreceiveren afhænger blandt andet af motorens tændfølge, dens øjeblikkelige omdrejningstal, udstødstrykket og cylinderantallet. Det har ved teoretiske beregninger for en krydshovedmotor vist sig,
25 at en tændfølge, der giver store guidekraft X-type momenter af n'te orden også exciterer receiver-gastrykssvingninger af samme orden.

Hvis frekvensen for trykssvingningerne af denne orden er sammenfaldende med fx den laveste egenfrekvens
30 for de langsgående gastrykssvingninger, kan der opstå langsgående gaskræfter af betydelig størrelse. Med en receiverdiameter på fx 2 meter, et middeltryk på 3,5 bar abs og en trykvariation på $\pm 0,1$ bar påvirkes receiveren af pulserende langsgående kræfter af størrelsen
35 $\pm 3,14$ ton. Effekten af disse trykbølger forstærkes, hvis

frekvensen for de gasdynamiske svingninger i udstødsreceiveren falder sammen med egenfrekvensen for receiverens mekaniske svingninger.

Med opfindelsens mulighed for fri placering af delingen mellem receiversektionerne kan de langsgående svingninger i receiveren mindskes ved kilden, idet delingen kan placeres således, at egenfrekvensen for de mekaniske svingninger i receiversektionerne er væsentlig forskellig fra frekvensen for de dominerende gasdynamiske svingninger i udstødsreceiveren ved de omdrejningstal, hvor kontinuert motordrift forventes. Ved at opdele receiveren i sektioner med mindre masse forøges egenfrekvensen for de mekaniske svingninger i hver sektion. Ved passende opdeling af receiveren kan egenfrekvenserne for svingningerne øges, så der ikke sker uheldige excitationer inden for motorens normale driftsområde.

Det er klart, at den kendte deling af udstødsreceiveren ved kamakseltrækket kun i sjældne tilfælde kan frembringe den ønskede frekvensforskul. Den ovennævnte første afstand mellem to vilkårlige, hosliggende cylindre er dog for lille til at tillade en traditionel udformning med konvekse endebunde. Dette problem kan i visse tilfælde løses ved anvendelse af plane endebunde med afstivningsribber, men som oftest tillader pladsforholdene ikke en sådan løsning, som udover at give receiveren en uønsket større masse og derved lavere egenfrekvens for de mekaniske svingninger, er en kompliceret og konstruktionsmæssigt besværlig løsning, som desuden giver punktbelastninger på de steder, hvor ribberne er fastgjort til endebunden.

Ifølge opfindelsen foretrækkes derfor, at udstødsreceiverens endebunde ved opdelingen er således konkave, at deres rande ligger nærmere hinanden end deres centrale partier, og at randen af hver endebund er fikseret af en ringformet, radialtgående forstærknings-

flange. Med denne udformning har endebunden fordelagtig lille masse og god styrke, navnlig hvor den er forbundet med receiversektions svøb, samtidig med at endebunden kun fylder lidt i receiverens længderetning, fordi både 5 det konkave endeparti og strømningspassagen, der forbinder de to sektioner, stort set ligger optaget inden for svøbenes længde. Den ringformede forstærkningsflange forhindrer uønsket deformation af randen.

For yderligere at nedbringe vægten af receiversek- 10 tionen kan dens cylindriske svøb hensigtsmæssigt have størst vægtykkelse ved delingen, hvorved hovedparten af svøbet kan fremstilles med en passende tynd vægtykkelse, medens en yderligere sikring mod udbøjning og deformation af receiverens randområder tilvejebringes af 15 svøbets tykkere endeparti.

Endebundens rand kan hensigtsmæssigt være forbundet med receiversektionens svøb i aksial afstand fra forstærkningsflangen. Herved opnås bedre betingelser for svejsning af endebunden til svøbet, idet svejsefugerne 20 ligger adskilte, og spændingerne ved sammenføjningsstedet er desuden bedre fordelt.

I en foretrukket udførelsesform for opfindelsen er endebunden udformet som en kuglekalot. Denne facon giver lave spændinger i endebunden og sikrer samtidig, at 25 endebunden ikke fylder mere end nødvendigt i længderetningen.

I en yderligere udførelsesform for opfindelsen er strømningspassagens udmunding i det væsentlige konisk og har et tværsnitsareal, der forøges i retning mod det 30 indre af hver receiversektion. Herved reduceres tryktabet ved gassens gennemløb af passagen, hvorved en mindre kompensator kan anvendes.

Opfindelsen vil i det følgende forklares nærmere under henvisning til den skematiske tegning, hvor

fig. 1 viser et tværsnit gennem den øvre del af en forbrændingsmotor ifølge opfindelsen,

fig. 2 et billede set ovenfra af forbrændingsmotoren ifølge opfindelsen med en delt udstødsreceiver, 5 og

fig. 3 et snitbillede af en endebund til udstødsreceiveren.

I fig. 1 er vist den øvre del af en stor totakts jævntryksladet forbrændingsmotor med flere cylindre 1, 10 der hver har en cylinderforing 2, i hvilken der i den nedre del er skylleluftporte 3. Et stempel 4 er monteret i foringen og er gennem en stempelstang 5 forbundet med et ikke-vist krydshoved.

Stemplet 4 er i figuren vist i sin bunddødpunkt- 15 stilling, hvor skylleluftportene 3 er frilagte. I cylindrerens dæksel 6 er der en udstødsventil 7 med et ventilhus 8 og et bundstykke 9, der danner et fast sæde for en bevægelig ventiltallerken 10. En udstødsgaskanal 11 udgår fra ventilsædets afstrømningside og udmunder 20 gennem en tud 12 i en udstødsreceiver 13, der er fælles for flere cylindre.

Tuden 12 er i den viste motor vandret, men kan afhængende af udstødsreceiverens placering i forhold til toppen af cylindrene også være rettet på andre måder, 25 fx kan den være ført skråt opad ind i udstødsreceiveren 13. Tuden passerer ind gennem et hul i receiverens cirkulærcylindriske, langsgående svøb 40, der er omgivet af en isolerende beklædning 41. Hullet i svøbet er forsynet med en forstærkningsring 14 med større diameter 30 end tuden. Mellem tuden 12 og ringen 14 er der en ikke vist kompensator, som giver en tryktæt forbindelse mellem tuden og ringen og tillader termisk fremkaldte bevægelser af svøbet i forhold til tuden, uden at disse bevægelser giver store spændinger eller kræfter mellem 35 motordelene.

Et rør 15 forbinder udstødsreceiveren 13 med den ikke-viste turbine i en turbolader 16. Røret 15 er ligeledes udstyret med en kompensator 17, som tillader indbyrdes bevægelse mellem motordelene. En med en 5 kompensator 18 forsynet rørledning 19 fører fra turboladerens kompressordel via en luftkøler 20 og en vandudskiller 21 til en skylleluftreceiver 22.

Gasstrømningerne i motoren under udstrømning og skylning forløber på følgende måde. Efter motorens 10 arbejds slag, hvor stemplet 4 er nær ved sit bunddødpunkt, åbnes udstødsventilen og cylindertrykket (typisk ca. 10 bar abs) blæses ned til receivertryk (typisk ca. 3,5 bar abs ved fuld last). Derefter strømmer skylleluft fra skylleluftreceiveren 22 ind i cylinderen 1 og 15 skyller denne ren for udstødsgas, som ledes ud gennem udstødsventilen 6 og udstødsgaskanalen 11 til udstødsreceiveren 13. Trykforskelle i udstødsgasimpulserne fra cylindrene udjævnes i udstødsreceiveren, og udstødsgassen ledes til turboladeren 16, som forsyner skylle- 20 luftreceiveren med frisk luft.

I fig. 2 er vist en motor med ni cylindre 1 og tre turboladere 16. I figuren er endvidere vist et træk 23 til motorens ikke nærmere viste kamaksel, som styrer brændelsespumperne og ventilbevægelserne. Kamakseltrækket 25 23's placering i motoren er blandt andet afhængig af antallet af cylindre og af udformningen af motorstativets topafstivning. I motorer med et lille cylinderantal er kamakseltrækket 23 normalt placeret uden for rækken af cylindre 1. Det er normalt et væsentligt designkrav, 30 at motorlængden er så lille som muligt, og cylindrene ligger derfor tættest muligt op ad hinanden med en første ens afstand D mellem deres længdeakser. Hvis et kamakseltræk er anbragt inde mellem to cylindre, er disses længdeakser adskilt af en anden afstand E, der

er op til dobbelt så stor som den første afstand afhængigt af trækkets art.

Udstødsreceiveren 13 er i den viste udførelse delt i to receiversektioner 13a, 13b mellem cylinder nr. fire og fem. De to sektioner 13a, 13b er indbyrdes forbundne via en strømningspassage 24, der mellem de to sektioner har en bælgeformet kompensator 25. Kompensatoren 25 kompenserer for sektionernes længdeændringer på grund af varmepåvirkninger.

10 De to sektioner 13a, 13b afsluttes i de bort fra delestedet vendende ender med for trykbeholdere på gængs måde udadvælvede endebunde 26, 27. Ved opdelingen er hver receiversektion 13a, 13b lukket med indadvælvede eller konkave endebunde 28, 29. En traditionel deling 15 ved kamakseltrækket ville i dette tilfælde have givet receiversektionerne længder, som ville medføre risiko for at de gasdynamiske svingningers frekvens lå for tæt på frekvensen for egensvingningerne i den ene sektion.

I fig. 3 er vist et snit gennem et endekområde af 20 receiversektionen 13a. Randen 30 af den tilhørende endebund 28 er fastgjort, eksempelvis ved svejsning, til receiversektionen 13a's cylindriske svøb 40. Svøbet er fikseret i en ringformet forstærkningsflange 31, der modvirker udbøjning af svøbet 40, når udstødsgasserne 25 belaster endebunden 28. Et ved delingen beliggende ende-afsnit 42 af svøbet kan være udformet med en større vægtykkelse end den resterende del af svøbet. Endebunden 28 er fastgjort i aksial afstand fra forstærkningsflangen 31.

30 Strømningspassagen 24 er for enden udformet med en ringformet flange 32 til fastgørelse af kompensatoren 25 mellem de to endebunde 28. Denne strømningspassage 24 kan være konisk med et tværsnit, der forøges indad i hver receiversektion 13a, 13b. Endebunden 28 er i den 35 viste udførelse et udsnit af en kuglekalot med en

radius, der er således afpasset, at endebunden 28 giver et passende forhold mellem lille indbygningslængde og spændingsfordelingen i forbindelsen mellem endebunden 28 og receiversektionens svøb. I stedet for kuglekalot-
5 facon kan endebunden være sammensat af flere koniske eller krumme ringsegmenter. Tuden 12, der leder udstøds-
gassen fra udstøds-gaskanalen 11 og udmunder i receiver-
sektionen 13a, er omgivet af forstærkningsringen 14, og den tilhørende kompensators to ender er fikseret til
10 henholdsvis tuden 12 og ringen.

De to endebunde har så lille udstrækning i motorens længderetning, at de kan ligge mellem to tude hørende til cylindre, hvis længdeakser er adskilt med afstanden D i motorens længderetning, dvs. at opdelingen kan
15 placeres mellem et vilkårligt par af cylindre uden at ændre adskillelsen mellem disse cylindre. Udstøds-
receiveren kan således opdeles på et sted, der er optimalt for mindskning af svingningerne i receiveren.

P A T E N T K R A V

1. Stor jævntryksladet forbrændingsmotor, navnlig en totakts dieselmotor af krydshovedtypen, med flere cylindre (1), hvis længdeakser er adskilt af en første, 5 hovedsagelig ens afstand (D) i motorens længderetning, eventuelt på nær mellem to af cylindrene, hvor længdeakserne kan være adskilt af en anden, større afstand (E) for mellem disse to cylindre at give plads for et af krumtapakslen trukket kamakseldrev (23), hvor 10 cylindrene gennem hver sin udstødsgaskanal (11) er tilsluttet en for flere cylindre fælles udstødsreceiver (13), der mellem to udstødsgaskanaler er opdelt i mindst to aflange receiversektioner (13a,13b), der er udformet som trykbeholdere og er indbyrdes forbundne via en 15 strømningspassage (24) med væsentlig mindre tværsnitsareal end receiversektionerne, k e n d e t e g n e t ved, at opdelingen af udstødsreceiveren er placeret mellem to cylindre, hvis længdeakser er adskilt af nævnte første afstand (D).

20 2. Forbrændingsmotor ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at udstødsreceiverens endebunde (28,29) ved opdelingen er således konkave, at deres rande ligger nærmere hinanden end deres centrale partier, og at randen af hver endebund er fikseret af 25 en ringformet, radialtgående forstærkningsflange (31).

3. Forbrændingsmotor ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at receiversektionens cylindriske svøb (40) har størst vægtykkelse ved delingen.

4. Forbrændingsmotor ifølge krav 2 eller 3, k e n d e t e g n e t ved, at endebundens rand er forbundet 30 med receiversektionens svøb (40) i aksial afstand fra forstærkningsflangen (31).

5. Forbrændingsmotor ifølge krav 2-4, k e n d e t e g n e t ved, at endebunden (28,29) er udformet som 35 en kuglekalot.

6. Forbrændingsmotor ifølge krav 2-5, k e n d e -
t e g n e t ved, at strømningspassagens (24) udmunding
i det væsentlige er konisk og har et tværsnitsareal, der
forøges i retning mod det indre af hver receiversektion.

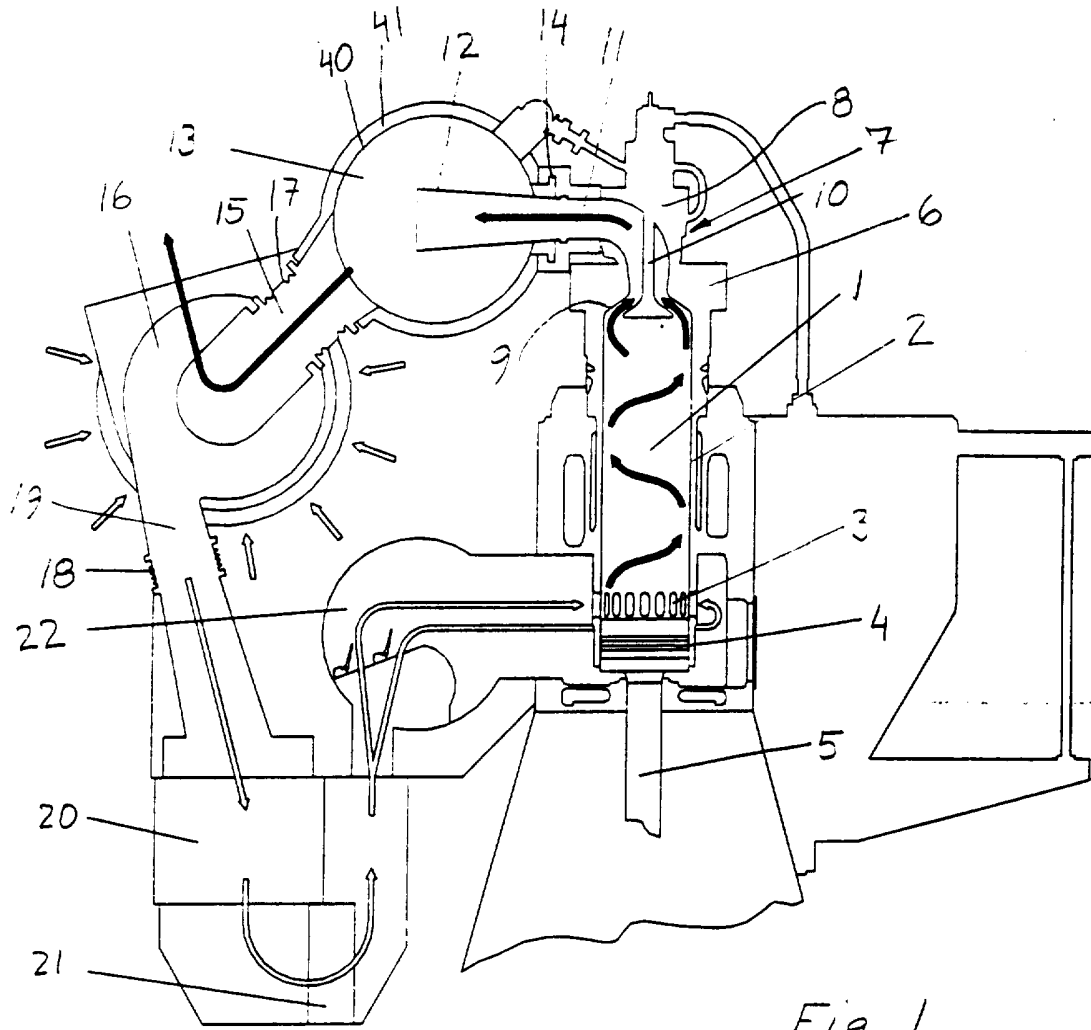


Fig. 1

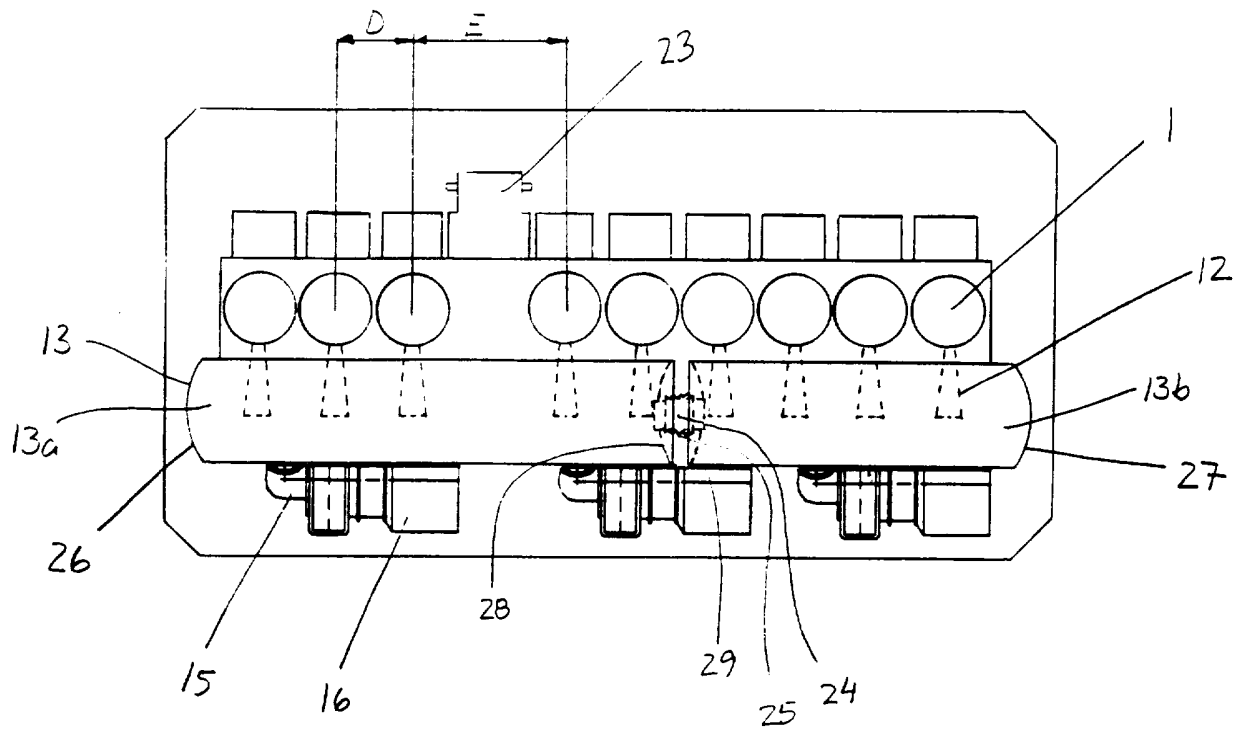


Fig. 2

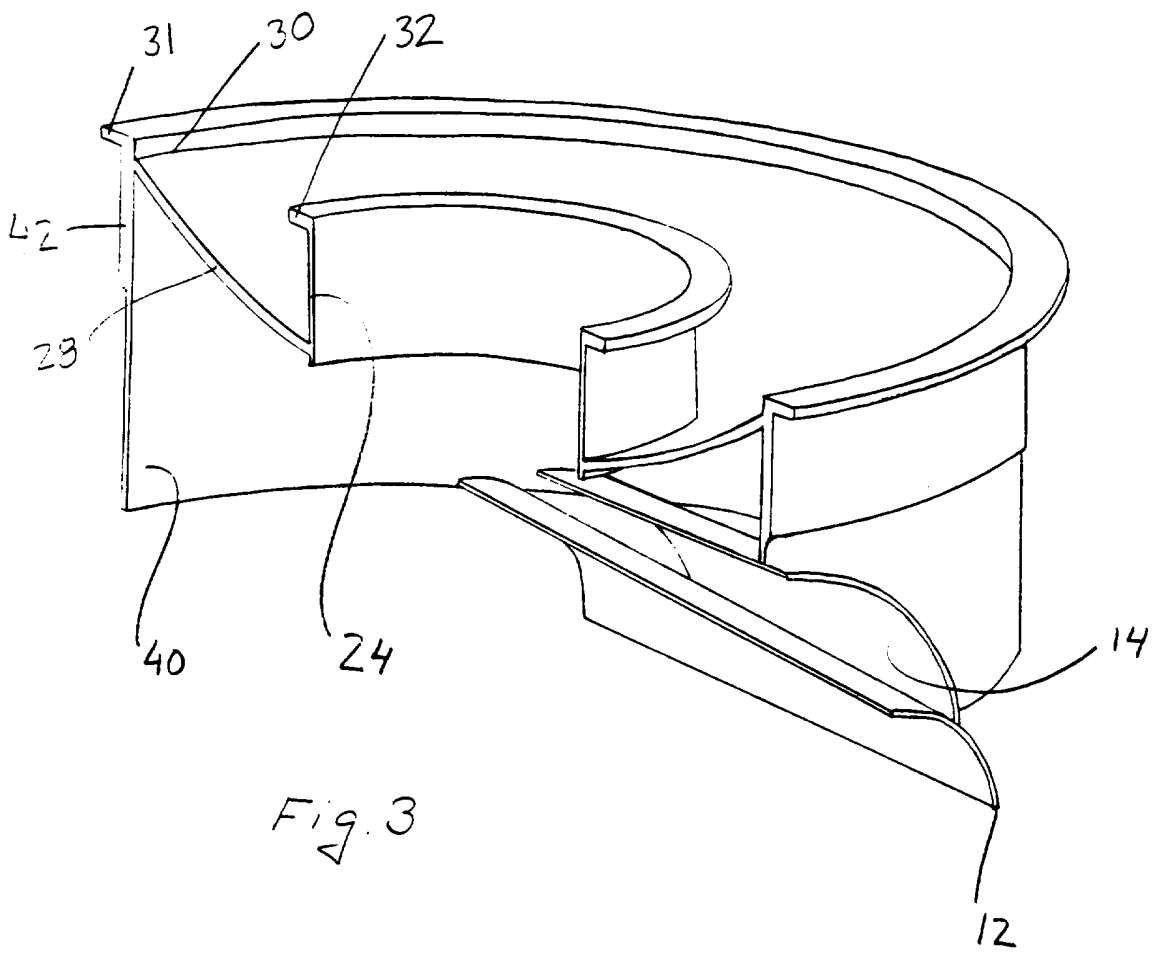


Fig. 3