



Patentdirektoratet

TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 6192/88

(51) Int.Cl.6

H 04 R 1/28

(22) Indleveringsdag: 04 nov 1988

H 04 R 25/00

(41) Alm. tilgængelig: 05 jun 1989

(45) Patentets meddelelse bkg. den: 29 maj 1995

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 04 dec 1987 US 128736

(73) Patenthaver: *Knowles Electronics Inc.; 1151 Maplewood Drive; Itasca; Illinois, US

(72) Opfinder: Peter L. *Madaffari; US

(74) Fuldmægtig: Chas. Hude

(54) Frekvensforbetonet mikrofonkonstruktion til et høreapparat

(56) Fremdragne publikationer

US patent nr. 4450930

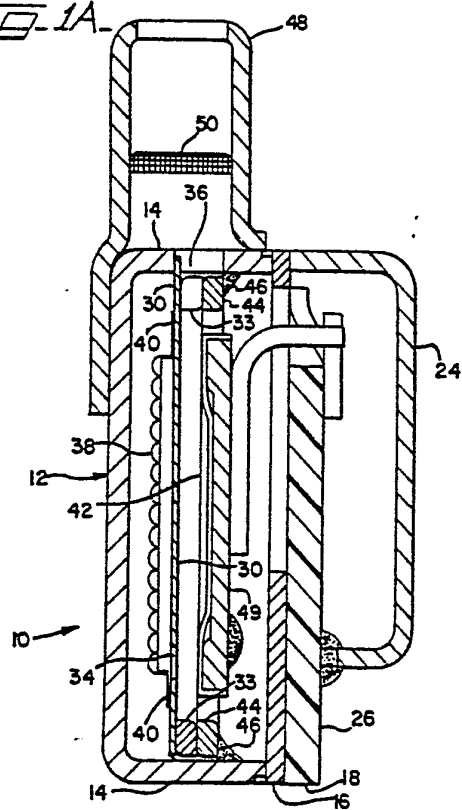
(57) Sammendrag:

6192-88

En mikrofon, der især er velegnet i forbindelse med et høreapparat, giver en trinformet frekvenskarakteristik og har en akustisk lavpasattenuator (50, 51), der til den ikke-drevne side af mikrofonmembranen (42) kan tilføre et akustisk modtryk, som ved lave frekvenser i hovedsagen udbalancerer omgivelsernes lydtryk afgivet til drivside af membranen (42), idet attenuatoren reducerer dette modtryk ved højere frekvenser til tilvejebringelse af en fremhævet højfrekvensgengivelse.

6192-88

FIG. 1A



Opfindelsen angår en frekvenskompenseret mikrofonkonstruktion til et høreapparat til ud fra lyd fra omgivelserne at tilvejebringe et med frekvensen varierende differentielt tryk til en membran, der driver en transducer omfattende et hus med et hovedkammer, en eftergivelig første membran, der er anbragt således, at den opdeler hovedkammeret i et første kammer på den ene side af den første membran og et andet kammer på den anden side af den første membran, transducerorganer koblet til den første membran for frembringelse af et elektrisk signal i afhængighed af bevægelsen af den første membran, en eftergivelig anden membran anbragt således, at den opdeler det første kammer i et overføringskammer og et excitationsekammer, og som vender mod og er anbragt i hovedsagen parallelt med den første membran samt indgangsorganer til at afgive indgående lyd fra omgivelserne til excitationsekammeret.

Fra US patentskrift nr. 4.450.930 kendes en mikrofonkonstruktion indeholdende et akustisk netværk, der tjener til at fremhæve højere frekvenser i forhold til lavere frekvenser. Mikrofonkonstruktionen har et hus med et hulrum, der er opdelt i to hovedkamre ved hjælp af en hovedmembran. Hovedmembranen aktiverer et transducerelement. Ved hjælp af en indgangsport opdeles lyd fra omgivelserne på en sådan måde, at en del af denne lyd trænger ind i et af kamrene uden væsentlig dæmpning, medens den øvrige del af lyden føres gennem en serie af forholdsvis korte passager og aperturer og ind i et tætnet kammer med en sekundær membran, der danner den anden væg. Gennem en afbøjning af den sekundære membran føres lyden til den modstående side af hovedmembranen.

Eftergiveligheden og passagen af den sekundære membran og dimensionerne af passagerne er valgt således, at der ved en relativ lav frekvens er en forholdsvis lille akustisk dæmpning i denne anden forgrening, hvorved der opstår en betydelig trykudligning ved hovedmembranen. Derved sker der en undertrykkelse af mikrofonens gengivelse ved lavere frekvenser. Ved højere frekvenser er dæmpningen i den anden forgrening væsentlig hø-

jere, hvilket resulterer i en betydelig reduktion af modtrykket frembragt ved hjælp af den sekundære membran, hvorved det højfrekvente udgangssignal øges betydeligt. Derved fremkommer der en trinformat frekvenskarakteristik. Denne trinformede karakteristik kræver i den mindste udformning en dimensionering af huset på tilnærmelsesvis 4.0 x 5.6 x 2.3 mm.

Forsøg på yderligere miniaturisering af en sådan mikrofon, er ikke faldet heldigt ud; primært som følge af, at de forholdsvis korte lyddæmpende passager af den anden akustiske forgrening ikke kan gøres kortere, hvis resonansvendepunktet skal ligge i nærheden af 1 kHz.

Formålet med opfindelsen er at tilvejebringe en mikrofonkonstruktion, der giver den samme frekvensgengivelse, og som fylder mindre end hidtil kendt.

En mikrofonkonstruktion af den indledningsvis nævnte art er ifølge opfindelsen ejendommelig ved, at indgangsportorganerne er udformet til at afgive indgående lyd fra omgivelserne til excitationsskammeret ved et perifert område, der slutter sig til membranerne til indeslutning af indgående lyd, således at den passerer mellem membranerne og parallelt dermed, og at der er indrettet bypass-organer til overføring af lyd afgivet til overføringskammeret via den anden membran til det andet kammer, hvorhos den første og den anden membran er udformet til at danne modstående vægge af excitationsskammeret. Derved opnås en forbedring i forhold til det kendte frekvensafhængige akustiske dæpningsnetværk. I den foreliggende udformning kræves der kun én indgang til mikrofonens hus, i stedet for de to, der tidligere var nødvendige, og det er derfor ikke længere nødvendigt at have en perfekt tætning omkring lydindgangen. Derved bliver det også muligt at anvende et indgangsrør af reducerede dimensioner til forskel fra tidligere, hvor indgangsrørets diameter skulle være større for også at kunne føde den anden indgang. Den foreliggende opfindelse er derfor i stand til at give den samme frekvensgengivelse ved hjælp af en

enhed, der fylder mindre end hidtil kendt.

Den anden membran kan være anbragt således, at den vender mod den første membran, som opdeler huset i to principale kamre. Lyd fra omgivelserne kan derved nå det kammer, der afgrænses af de to membraner. Denne struktur virker snarere som en for-
5 delt ledning end et sammensat element til tilvejebringelse af den akustiske inertti, der er nødvendig for opnåelse af den trinformede gengivelse. Denne struktur, der danner et akustisk netværk, er snarere tredimensional end todimensional og udnyt-
10 ter volumenet af en mindre transducer mere effektivt.

Det akustiske netværk, der giver den trinformede gengivelse, er placeret på siden af transducermembranen over for et elektrisk forstærker- og forbindelseskredsløb. Derved kan trinnet i amplitudegengivelsen tilvejebringes ved den ønskede frekvens
15 på 1 kHz. Bypassorganer omkring den første membran giver desuden en høj akustisk inertti samtidigt med, at der sker en indeslutning af størstedelen af volumenet mellem den første og den anden membran. Ved at placere det akustiske netværk et andet sted end ved den bageste afdækning, opnås en overflade,
20 der ikke er plan, hvorved dette område kan frigøres til andre formål, såsom understøtning af terminalområder. Volumenet af mikrofonekonstruktionen kan derved reduceres yderligere.

For yderligere at nedsætte vendefrekvensen, kan et barrierrevægorgan være anbragt i hovedsagen parallelt med væggene til
25 opdeling af excitationsskammeret i et antal kamre indeholdende et indgangskammer, der har den første membran som den ene væg, og et udgangskammer, der har den anden membran som den anden væg, hvorhos indgangsorganerne er indrettet til at afgive lyd fra omgivelserne til indgangskammeret og vægportorganer, der
30 akustisk kobler de akustiske kamre i serie, og som bevirker i hvert fald én reversering af lydudbredelsesretningen over barrierrevægorganet under udbredelse fra indgangsorganerne til den anden membran. Denne forøgede vejlængde bidrager til den samlede inertans.

Opfindelsen skal nærmere forklares i det følgende under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1A viser en mikrofonkonstruktion ifølge opfindelsen, set i snit

- 5 fig. 1B den i fig. 1A viste mikrofonkonstruktion, idet de komponenter, som ikke har direkte relation til de akustiske udbredelsesveje, er udeladt,

fig. 2 den i fig. 1 viste mikrofonkonstruktion, idet visse dele er udeladt, og

- 10 fig. 3 den i fig. 1 viste mikrofonkonstruktion set fra den modsatte side.

Den i fig. 1 viste mikrofonkonstruktion 10 ifølge opfindelsen omfatter et hus 12, der i den viste udførelsesform er kvadratisk og har nedadvendte vægge 14. Huset 12 afsluttes af en
15 plade 16, der understøtter et kredsløbskort 18. En elektrisk forstærker (ikke vist) er tilvejebragt på kredsløbskortet 18 og står i forbindelse med udragende terminaler 26.

To af hjørnerne 28 af huset 12 er deformeret således, at de kan tjene som understøtninger af en forudbestemt højde - se
20 fig. 3. To hjørner af et vægorgan i form af en labyrintplade 30 hviler på disse understøtninger. Den modsatte ende af labyrintpladen 30 har en udragende del, der er placeret i en indgang 36 til huset 12, hvorved labyrintpladen 30 understøttes i 3 punkter. Labyrintpladen 30 opdeler huset 12 i to kamre, der
25 et tætnet i forhold til hinanden, når bortses fra nogle akustiske passager, hvoraf den ene udgøres af en port 34 i labyrintpladen 30, hvilken port i almindelighed er tilvejebragt diametralt over for indgangen 36. En ring 33, der er limet til den højre side af labyrintpladen 30 i fig. 1A, virker som af-
30 standsstykke for den efterfølgende konstruktion. En del af denne ring 33 er imidlertid fjernet for at undgå, at der sker

en undertrykkelse af indtrængende lyd fra indgangen 36.

På venstre side af labyrintpladen 30 er monteret en i hovedsagen cirkulær skålformet membran 38 af i hovedsagen kendt udførelse. Afstanden imellem membranen 38 og labyrintpladen 30 er
5 begrænset, således at den indvirker på den samlede frekvensgengivelse af mikrofonkonstruktionen. En ringformet flangedel 40 af membranen 38 er limet til den venstre side af labyrintpladen 30, som vist i fig. 1A. Membranen 38 er således placeret i en lille afstand fra labyrintpladen 30, hvorved der dan-
10 nes et i hovedsagen tæt hulrum, når bortses fra den akustiske passage ved 34.

En hovedmembrankonstruktion bestående af en eftergivelig ledende hovedmembran 42, der langs randen er fastgjort til en monteringsring 44, er fastgjort til husets 12 indre ved hjælp
15 af klæbelister 46, der holdes i en position, hvor hovedmembranen 42 er i konfrontal kontakt med afstandsringen 33. Klæbelisterne 46 og en del af monteringsringen 44, der ligger i nærheden af indgangsorganerne 36, tætner den indre struktur af mikrofonkonstruktionen til højre for hovedmembranen 42 i forhold
20 til indgangsorganerne 36. En elektretkonstruktion 43 er ved hjælp af ikke viste midler fastgjort til monteringsringen 44, således at den langs periferien er i indgreb med hovedmembranen 42.

Det fremgår af fig. 1A, 1B og 2, at lyd (indikeret ved hjælp
25 af pile F) indført via et indgangsrør 48 passerer et dæmpningsselement eller filter 50 til tilvejebringelse af en inertans og resistans overfor indgående lyd, idet lyden derefter føres til indgangsorganerne 36. Derfra transmitteres lyden gennem kammeret 52 (indgangskammeret) dannet af hovedmembranen
30 42 og labyrintpladen 30, hvorved der tilføres energi til hovedmembranen 42. Derfra transmitteres lyden gennem porten 34 i labyrintpladen 30 og når kammeret 54 (udgangskammeret) mellem membranen 38 og labyrintpladen 30. En excitation af membranen 38 giver anledning til, at der transmitteres lyd til det øvri-

ge volumen 56 afgrænset af indersiden af huset 12, membranen 38 og labyrintpladen 30.

Fra dette kammer føres lyden gennem en bypassport 51 - se fig. 2 - og trænger ind i hulrummet 58 til højre for hovedmembranen 42 og når bagsiden af denne. Denne bypassport 51 er tilvejebragt ved at fjerne et hjørne af labyrintpladen 30, en del af monteringsringen 44 og en del af afstandsringen 33 i nærheden af det ene hjørne af huset 12, som vist i fig. 2. Via denne bypassport 51 transmitteres lyd fra membranen 38 til bagsiden af hovedmembranen 42.

De forskellige passager og porte, eftergivelighederne af de to membraner 42, 38, de akustiske transmissionsegenskaber af dæmpningselementet 50 og de relative volumener af de forskellige kamre er således dimensionerede, at der ved lave frekvenser er en betydelig gengivelse af trykexcitationen afgivet til hovedmembranen 42 fra den indgående lyd tilført via bypassporten 51 til bagsiden af hovedmembranen 42. Derved reduceres excitationstrykket ved disse lavere frekvenser, og derved bliver mikrofonen forholdsvis ufølsom over for lavfrekvent lyd. Ved højere frekvenser er der en betydelig dæmpning som følge af den frekvensafhængige dæmpning i koblingspassagerne med det til følge, at trykudbalanceringen ved disse højere frekvenser for en stor dels vedkommende går tabt. Mikrofonen har derfor en højere følsomhed ved disse højere frekvenser.

I det følgende gennemgås detaljerne ved de forskellige akustiske elementer. Ved lavere frekvenser er lyden forholdsvis upåvirket af små mellemrum og vil, når bortses fra den meget eftergivelige membran 38, være af i hovedsagen samme størrelse på begge sider af transducermembranen 42. Den anden membran 38 giver en lille i hovedsagen konstant trykudligning ved lave frekvenser, hvilket resulterer i et udgangssignal af lavt niveau fra elektretkonstruktionen 43. Ved en kontrolleret mellemfrekvens vil inertien af luften over hovedmembranen 42 og i den øvrige del af lydudbredelsesvejen via den anden membran 38

give anledning til resonanstilstande, der bevirker, at der blokeres for højere frekvenser. Dette giver en trinformat frekvensgengivelse svarende til den, der er angivet i US patentskrift nr. 4.450.930. Ifølge opfindelsen er udformningen af den struktur, der giver denne frekvensgengivelse, ændret.

Som vist i fig. 1 danner hovedmembranen 42 og labyrintpladen 30 et lille hulrum 52 af små dimensioner. Til forskel fra den kendte mikrofon virker dette hulrum ikke som et sammenklumpet kapacitivt element, eftersom porten 34 i labyrintpladen 30 muliggør en lydudbredelse over hele hulrummet til dets udgang. Som følge af den lille højde af hulrummet, begrænses lydudbredelsen i længderetningen af hulrummet, der i ethvert punkt er akustisk shuntet af en del af membranen 42. Dette hulrum opfører sig derfor i hovedsagen som en fordelt transmissionslinie. Derfra trænger lyden ind i det mere begrænsede hulrum 54 mellem labyrintpladen 30 og den anden membran 38 og afgives derfra med en beskeden dæmpning, hvorefter lyden udbreder sig til den modsatte side af hovedmembranen 42 via bypassporten 51.

Ved højere frekvenser er denne bypassvirkning dæmpet betydeligt som følge af inertien og modstanden, der indvirker på lydudbredelsen gennem begrænsede passager. Inertivirkningerne opstår i almindelighed som følge af det trykdifferentiel, der kræves til acceleration af en luftsøjle indesluttet i en akustisk ledning. Dette omtales som "inertans". Inertansen per længdeenhed af en given ledning er proportional med lufttætheden og omvendt proportional med tværsnitsarealet. Resistansvirkninger opstår som følge af viskøs friktion langs væggene af ledningen, idet sådanne friktioner giver et trykdifferentiel. Ved frekvenser, der er tilstrækkelig lave til, at man kan se bort fra inertansvirkningerne i en given ledning kan resistansvirkninger stadig spille en rolle. Resistansen per længdeenhed af en given ledning vil typisk afhænge af den mindste dimension, eksempelvis afstanden mellem hovedmembranen 42 og labyrintpladen 30 og afstanden mellem den anden membran 38 og labyrintpladen 30.

Selv om det ækvivalente kredsløb af mikrofonkonstruktionen 10 er ret kompliceret, kan der alligevel gøres visse generelle iagttagelser. Den første er, at vendefrekvensen, dvs. den frekvens, ved hvilken det kompenserende lydtryk, der føres rundt
5 til bagsiden af hovedmembranen 42, begynder at blive tydeligt dæmpet, er stærkt afhængig af produktet af eftergiveligheden af den anden membran 38 og den effektive inertans af de passager, der tilfører lydenergi. I en første tilnærmelse kan denne inertans tages som den effektive inertans af den nedre halvdel
10 af indgangskammeret 52, inertansen af labyrintpladens 30 port 34 og inertansen af den nedre halvdel af den anden membrans hulrum 54. Dæmpningen ved frekvenser et godt stykke over afskæringspunktet vil også være bestemt af resistanserne af de forskellige ledninger og porte, såvel som det akustiske dæmp-
15 ningselement 50.

Det er klart, at yderligere resistans- og inertansvirkninger kan tilvejebringes ved en tilsvarende justering af afstanden imellem indervæggen af huset 12 og den anden membran 38. Labyrintpladen 30 kan udelades, og den anden membran 38 kan for-
20 skydes tilsvarende nærmere til hovedmembranen 42. Derved bliver afskæringsfrekvensen imidlertid forøget. Ved at anvende en sådan labyrintplade 30 til opnåelse af en væsentlig forøgelse af den akustiske vejlængde, er der tilvejebragt en inertans, der er tilstrækkelig til at opnå det ønskede vendepunkt i fre-
25 kvensgengivelse ved tilnærmelsesvis 1 kHz i en mikrofonkonstruktion af reducerede dimensioner. I tilfælde af, at der af en eller anden årsag ønskes en væsentlig højere vendefrekvens, kan labyrintpladen 30 som før nævnt udelades. Alternativt vil der kunne anvendes flere labyrintplader til forøgelse af iner-
30 tansen og/eller resistansen.

Gengivelsen af mikrofonkonstruktionen er i hovedsagen trinfor- met og svarer i hovedsagen til gengivelsen af mikrofonkonstruktionen ifølge US patent nr. 4.450.930. Den har en vende-
frekvens ved tilnærmelsesvis 1 kHz, og stiger med tilnærmel-
35 sesvis 20 dB ved 3 kHz. Dette er opnået med en struktur, der

er væsentlig mindre end strukturen ifølge US patent nr. 4.450.930. Husets dimensioner (inklusive indgangsorganerne 36) er tilnærmelsesvis 3.6 x 3.6 x 2.3 mm.

P a t e n t k r a v

5 -----

1. Frekvenskompenseret mikrofonkonstruktion (10) til et høre-
apparat til ud fra lyd fra omgivelserne at tilvejebringe et
med frekvensen varierende differentielt tryk til en membran
(42), der driver en transducer, omfattende en hus (12) med et
10 hovedkammer, en eftergivelig første membran (42), der er an-
bragt således, at den opdeler hovedkammeret i et første kammer
på ene side af den første membran (42), og et andet kammer på
den anden side af den første membran (42), transducerorganer
koblet til den første membran (42) for frembringelse af et
15 elektrisk signal i afhængighed af bevægelsen af den første
membran (42), en eftergivelig anden membran (38) anbragt såle-
des, at den opdeler det første kammer i et overføringskammer
og et excitationskammer, og som vender mod og er anbragt i
hovedsagen parallelt med den første membran (42), samt ind-
20 gangsorganer (36) til at afgive indgående lyd fra omgivelserne
til excitationskammeret, k e n d e t e g n e t ved, at ind-
gangsorganerne (36) er udformet til at afgive indgående lyd
fra omgivelserne til excitationskammeret ved et perifert om-
råde, der slutter sig til membranerne (42, 38) til indeslut-
25 ning af den indgående lyd, således at den passerer mellem mem-
branerne og parallelt dermed, og at der er indrettet bypass-
portorganer (51) til overføring af lyd afgivet til overfø-
ringskammeret via den anden membran (38) til det andet kammer,
hvorhos den første og den anden membran (42, 38) er udformet
30 til at danne modstående vægge af excitationskammeret.

2. Mikrofonkonstruktion ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t
ved, at den desuden indeholder et barrierevægorgan (30) an-
bragt i hovedsagen parallelt med væggene til opdeling af exci-
tationskammeret i et antal kamre indeholdende et indgangskam-

mer (52), der har den første membran (42) som den ene væg, og et udgangskammer (54), der har den anden membran (38) som den anden væg, og at indgangsorganerne (36) er indrettet til at afgive lyden fra omgivelserne til indgangskammeret (52) og vægportorganer (34), der akustisk kobler de akustiske kamre i serie, og som bevirker i hvert fald én reversering af lydudbredelsesretningen over barrierevægorganet (30) under udbredelse fra indgangsorganerne (36) til den anden membran (38).

3. Mikrofonkonstruktion ifølge krav 2, kendet ved, at indgangsorganerne (36) er indrettet til at afgive lyden fra omgivelserne til indgangskammeret (52) ved et første punkt i nærheden af kanten af den første membran (42).

4. Mikrofonkonstruktion ifølge krav 3, kendet ved, at vægportorganerne indeholder en første vægport (34) anbragt ved et andet punkt i hovedsagen diametralt overfor det første punkt, og som kommunikerer mellem indgangskammeret (52) og det næste af de akustiske kamre således, at udbredelsen af lyd fra indgangsorganerne (36) til den første vægport (34) sker ved hjælp af den første membran (42) og barrierevægorganet (30) til at udbrede sig i hovedsagen over den første membran (42).

5. Mikrofonkonstruktion ifølge krav 4, kendt ved, at barrierevægorganet (30) er udformet til at opdele excitationsskammeret i kun indgangs- og udgangskammeret.

6. Mikrofonkonstruktion ifølge et eller flere af de foregående krav, kendt ved, at indgangsorganerne (36) indeholder akustiske dæpningsorganer (50), der er anbragt således, at de giver en akustisk modstand over for transmission af lyd fra omgivelserne til den første membran (42).

7. Mikrofonkonstruktion ifølge et eller flere af de foregående krav, kendt ved, at transducerorganet er anbragt i det andet kammer.

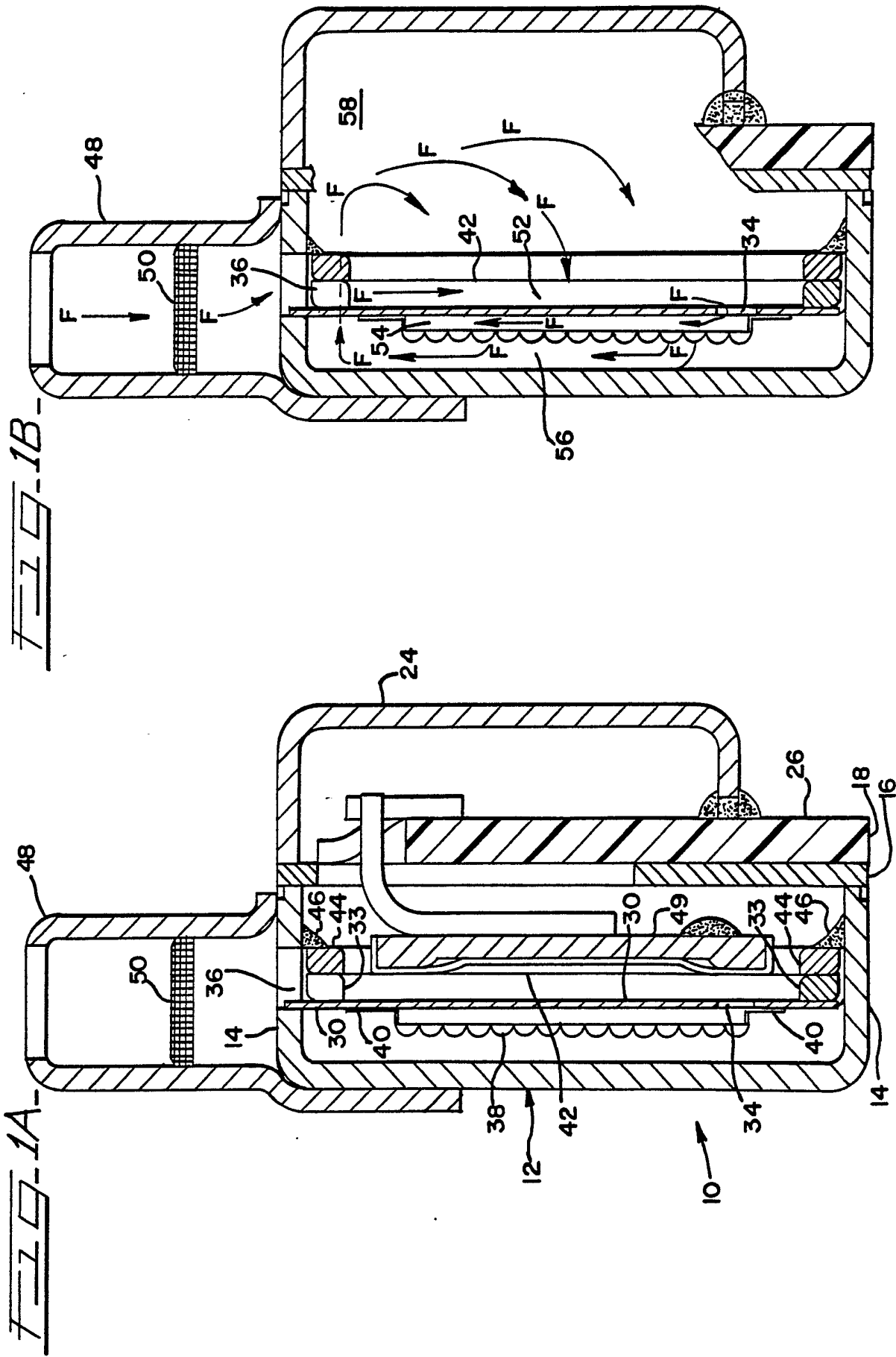


FIG-2-

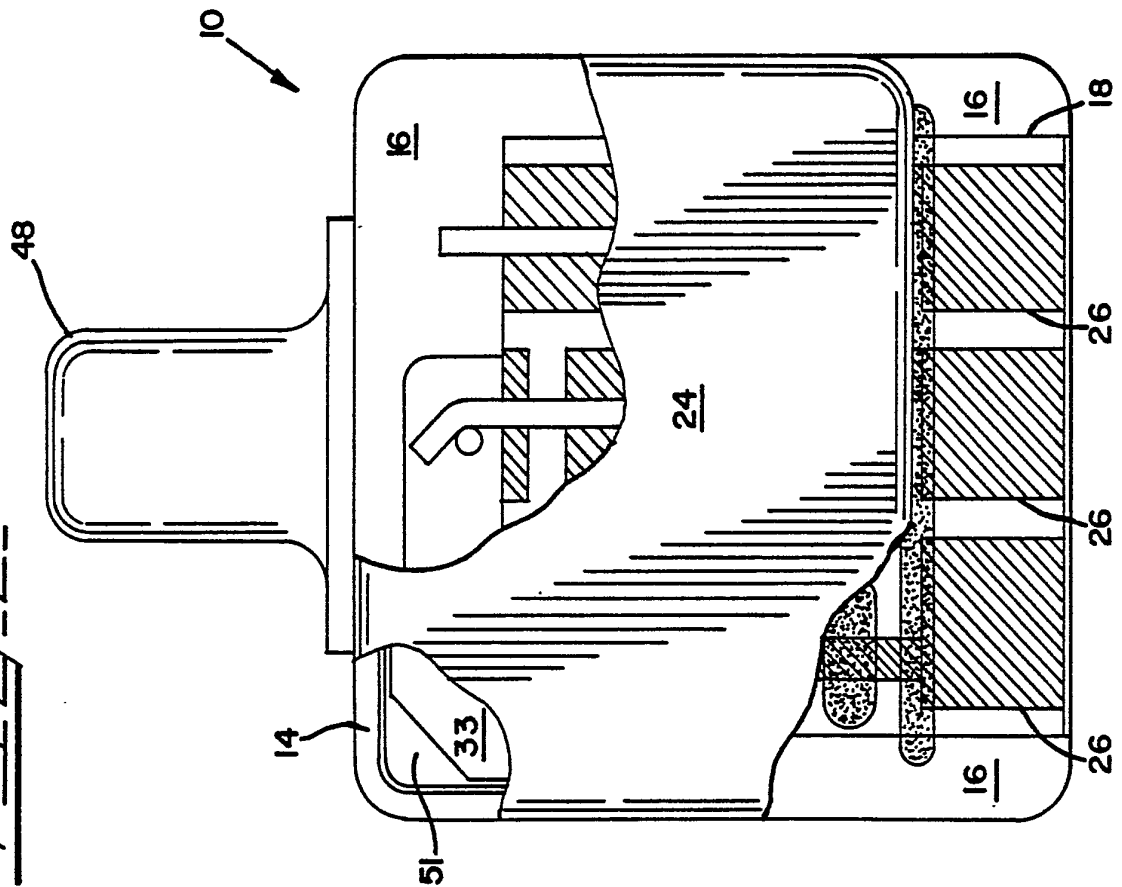


FIG-3-

