



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 3837/83

(51) Int.Cl.⁵ B 05 B 5/025

(22) Indleveringsdag: 22 aug 1983

(41) Alm. tilgængelig: 26 feb 1984

(44) Fremlagt: 02 jan 1990

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 25 aug 1982 GB 8224408

(71) Ansøger: *IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES PLC; Thames House North; Millbank; London SW1P 4QG, GB

(72) Opfinder: Timothy James *Noakes; GB, Ronald Alan *Coffee; GB, Robert Anthony *Anstey; GB

(74) Fuldmægtig: Firmaet Chas. Hude

(54) Elektrostatisk pumpe og pumpeanlæg samt beholder hertil

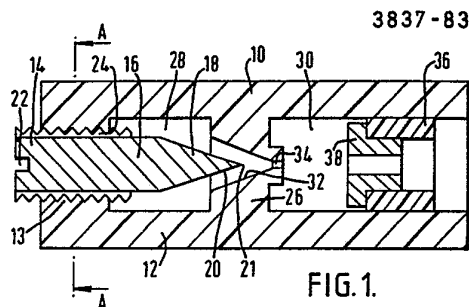
(56) Fremdragne publikationer

EP off.g. skrift nr. 29301

(57) Sammendrag:

3837-83

En elektrostatisk pumpe bestående af et legeme (10) med et - set i forhold til pumpens strømningsretning - øvre (28) og nedre (30) kammer, som er indbyrdes isolerede og er forbundet af en snæver kanal (34). Tæt ved den øverste munding af kanalen (til venstre på figuren) ligger den skarpe, ledende spids (21) af en indsprøjtningselektrode (14). Kanalen omkring den ledende spids er udformet med henblik på at fremme en laminar, ikke-turbulent vækestøm forbi spidsen under påvirkning af en stor spændingsforskel mellem injektionselektroden (14) og en afladningselektrode (38) i det nedre kammer (30).



Den foreliggende opfindelse angår elektrostatiske pumper beregnet til pumpning af relativt dårligt ledende væsker, og af den i indledning til krav 1 angivne art.

5 I europæisk patentansøgning nr. 29301 beskrives et elektrostatisk væskesprøjtesystem, som anvender en elektrostatisk pumpe. Pumpen omfatter en injektionselektrode med en skarp spids eller kant til injektion af ladningsbærere i væsken og nedenfor en opsamlingselektrode af modsat polaritet til at optage de
10 injicerede ladningsbærere. Elektrostatiske kræfter, der virker på de injicerede ladningsbærere, danner et tryk, som transporterer væsken fra den første til den anden elektrode uden nogen bevægelige mekaniske dele. Ladningsbærerne er sandsynligvis ioner af en eller anden art. For nemheds skyld omtales de i
15 det følgende som "ioner", men dette må ikke opfattes som en begrænsning på den fysiske natur af ladningsbærerne.

Det beskrevne system viser sig, selvom det i princippet er meget elegant, at have visse mangler i praksis. Når apparatet er
20 i brug over længere perioder, viser pumpetrykket sig i almindelighed at variere, typisk at aftage på en ikke fuldt ud forudsigelig måde. Den elektriske strøm, som pumpen trækker, afhænger af modstanden i den væske, som pumpes. Ved modstande af størrelsesordenen 10^{10} ohm cm er strømmen acceptabel, men for-
25 øges hurtigt, hvis modstanden falder til 10^8 ohm cm, hvorved der energi går til spilde, og der frembringes uønsket varme. Pumpen har også vist sig at være tilbøjelig til at give elektriske driftsforstyrrelser på grund af dannelsen af en ioniseret elektrisk ledende vej mellem de to elektroder. En sådan
30 ioniseringsbane er ikke let at fjerne, når den først er frembragt, og den kan frembringe luftbobler, som mekanisk blokerer pumpen.

I det følgende beskrives en forbedret udførelsesform for pumpen beskrevet i den europæiske patentansøgning nr. 29301. Denne udførelsesform kan afhjælpe et antal af de vanskeligheder, som er beskrevet ovenfor.

Ifølge den foreliggende opfindelse tilvejebringes en elektrostatisk pumpe af den i indledning til krav 1 angivne art og ejendommelig ved en indsnævring ved spidsen af den nævnte injektionselektrode og nedenfor den samme og med en sådan form, at indsnævringen svarer til overfladeformen af den nævnte spids og således, at der dannes en åbning med formindsket tværsnit neden for spidsen, hvorved den væske, der skal pumpes, strømmer langs spidsen i en laminar (med andre ord ikke-turbulent) strømning gennem åbningen, således at væsken i åbningen virker som en strømbegrænsende elektrisk modstand, og et kammer, der er anbragt neden for indsnævringen og har et større tværsnit end indsnævringen, idet afgangselektroden er anbragt i dette kammer og af kamret og indsnævringen er adskilt fra injektionselektroden. Derved opnår man, at injektionselektroden og afgangselektroden er effektivt adskilte, og at der i mellemrummet mellem de to elektroder indgår et område af en veldefineret, begrænset udstrækning, udfyldt med en jævnt strømmende væske, således at området repræsenterer en veldefineret elektrisk modstand, og dermed udgør en begrænsning og en kontrol af strømforbruget, således at man undgår, at der f.eks. dannes uønskede ioniserede ledende strømveje.

Elektrodespidsen kan være udformet som en nålespids eller som en kant eller en anden form, som er velegnet ved dannelsen af ladningsbærere.

Udtrykket "af størrelsesordenen kilovolt" skal ikke opfattes i snæver betydning, og det er vanskeligt at angive præcise grænser, eftersom disse vil variere med andre driftsparametre. I praksis har det under de betingelser, der foreløbig er blevet udforsket, vist sig, at de bedste resultater er blevet opnået inden for et område fra ca. 3 kV til ca. 100 kV. Under dette område begynder pumpevirkningen at aftage, og for spændingen over 100 kV er pumpevirkningen ganske vist teoretisk mulig, men til gengæld begynder der at opstå problemer med dielektriske gennemslag.

Udtrykket "nedenfor" skal opfattes i relation til den tilsigtede strømningsretning for den væske, pumpen skal påvirke.

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

fig. 1 viser et langsgående snit gennem en pumpe ifølge opfindelsen,

10 fig. 2 et tværgående snit langs linien A-A i fig. 1,

fig. 3 et kredsløbsdiagram for pumpen fig. 1 og 2,

15 fig. 4 et diagram, der viser "back-off"-afstanden som funktion af pumpetrykket for forskellige pumper ifølge opfindelsen,

20 fig. 5 et diagram, der viser en kurve over pumpetrykket som funktion af spændingen for endnu en pumpe ifølge opfindelsen,

fig. 6 et skematisk diagram over tre pumper af den i fig. 1-3 viste art monteret i serieforbindelse,

25 fig. 7 et skematisk diagram med tre pumper af den i fig. 1-3 viste art monteret parallelt med hinanden,

fig. 8 et langsgående snit igennem en pumpe ifølge opfindelsen med en bladformet elektrode,

30

fig. 9 et snit langs linien B-B i fig. 8,

fig. 10 et langsgående snit gennem endnu en pumpe ifølge opfindelsen,

35

fig. 11 et aksialt snit gennem en sprøjtebeholder med en pumpe ifølge opfindelsen,

fig. 12 et aksialt snit igennem en del af en holder til beholderen fig. 11,

fig. 13 et kredsløbsdiagram til holderen fig. 12,

5

fig. 14 et langsgående snit gennem et alternativt elektrodeaggregat, som kan anvendes i pumpen fig. 10, og

fig. 15 et langsgående snit gennem endnu en udførelsesform for pumpen ifølge opfindelsen.

10

Pumpen vist fig. 1 og 2 omfatter et rørformet legeme 10 af et stift isolerende plastmateriale (f.eks. nylon eller polyacetal) og med en indvendig diameter på ca. 2 mm. Den øvre (eller forreste - i strømningsretningen) ende 12 af legemet 15 10 er udformet med en krave 13 med et indvendigt gevind, som kan modtage et injektionelektrodeaggregat 14. Elektroden er af blødt stål i form af en cylinder 16 med et udvendigt gevind, som i den nedre ende (i strømningsretningen) slutter i en lige 20 konus 18 (med en topvinkel på 36°), hvis spids 20 er slebet, så den danner en skarp punktformet spids 21. Den øvre ende af elektrodeaggregatet 14 har en rille eller kær 22, som kan anvendes til at skrue elektroden ind i kraven 13 for at variere afstandene. Der er udformet to diametralt overfor hinanden 25 liggende fordybninger 24 i den gevindskårne overflade af cylinderen 16 for at virke som væske-til-ledninger til det indre af legemet 10. Legemet 10 er udformet med en indvendig bøsning 26, der opdeler legemet 10 i et øvre kammer 28 og et nedre område, som indbefatter et rum 30. Bøsningerne 26 er i ét stykke 30 med legemet 10 og er udformet med en central konisk reces 32, som modtager konussen 18 på elektrodeaggregatet 14. Formen og størrelsen af den koniske reces 32 svarer nøje til formen af konussen 18 med undtagelse af, at konusspidsvinkelen for recessen 32 er en lille smule større (40°). I midten af bøsningen 26 er en cylindrisk kanal 34 med en diameter på 0,2 mm og 35 en længde på 2 mm. Denne kanal tillader væske at passere fra det øvre kammer 28 til det nedre kammer 30. I det nedre kammer

30 danner en bøsning 36 af et isolerende plastmateriale et hus for en glat metalbøsning 38, som er placeret i afstand fra udgangen af kanalen 34, og som virker som en afgangselektrode. Systemet er udstyret med en batteridreven variabel højspændingsgenerator 40, som kan frembringe op til 40 kV med en strøm på 50 μ A. Kredsløbet er vist fig. 3. Den ene terminal 42 på generatoren 40 er forbundet til injektionselektrodeaggregatet 14, den anden terminal 44 til afgangselektroden 38 og jord. En omskifter 46 styrer spændingsforsyningen fra batterierne 48 til generatoren 40.

I drift indføres en væske (f.eks. en opløsning af et insekticid i et organisk opløsningsmiddel med en viskositet på 8 centistoke og en modstand på 1×10^8 ohm cm - begge målt ved 25°C - i kamrene 28 og 30 gennem fordybningerne 24. Omskifteren 46 sluttet for at aktivere generatoren 40 ved en spænding på f.eks. 20 kV. Dette giver en kraftig spændingsforskel mellem spidsen 21 på elektrodeaggregatet 14 og væsken i kammeret 30. Ioner indføres fra spidsen 21 og trækkes gennem kanalen 34 til væsken i kammeret 30 og aflades endelig ved elektroden 38. Dette frembringer en konstant pumpevirkning. Væske i kanalen 34 fungerer på grund af den store modstand som en elektrisk strømbegrænsning.

Under forudsætning af at der opretholdes en høj spændingsforskel mellem elektrodeaggregatet 14 og afgangselektroden 38, har det vist sig, at det er uden betydning, hvilken elektrode der ligger på en høj spænding, og hvilken er jordet. I visse tilfælde, f.eks. hvor afgangselektroden ligger ved siden af et elektrostatisk sprøjtehoved, har det vist sig bekvemt, at begge elektroder og sprøjtehovedet holdes på tilsvarende høje spændinger.

Det tryk, som kan opnås med pumper af den ovenfor beskrevne art, kan være op til 1 atmosfære, men dette afhænger dog af pumpens dimensioner, den påtrykte spænding og den væske, som skal pumpes (afgassede væsker fungerer bedst), og endvidere

på særdeles vigtig måde er placeringen af spidsen 21 på injektionselæktrodeaggregatet 14. Fig. 4 er et diagram over "back-off"-afstanden (den aksiale forskydning af spidsen eller kanten af elektroden bagud fra den snævre nedre del af kanalen) som funktion af pumpetrykket for pumper af den viste art. Ved anvendelse af en væske med en modstandsevne på $4,4 \times 10^8$ ohm cm ved 25°C , en påtrykt spænding på 17 kV og indsnævringsdiametre (kanal 34) på 0,35 til 0,895 mm blev opnået statisk pumpetryk på op til næsten 1 m (i ækvivalent vandhøjde), hvor den maksimale højde blev opnået med back-off-afstande mellem ca. 0,1 og 1,0 mm.

Fig. 5 viser en kurve over spændingen i kilovolt i forhold til den opnåede statiske pumpevirkning i et område fra 0-50 kV ved anvendelse af den samme væske som i fig. 4 og med en 0,3 mm lang indsnævring med en diameter på 0,6 mm og en "back-off"-afstand på 1,0 mm. Større back-off-afstande, f.eks. op til 10 mm eller mere, kan vise sig nyttige under visse omstændigheder.

Det fremgår af det foregående, at dimensionerne for kanalen 34 og back-off-afstanden er vigtige parametre for aggregatet. Ud fra den givne information kan passende dimensioner til enhver ønsket anvendelse umiddelbart bestemmes ved simple eksperimenter, men for de anvendelser, der hidtil er blevet afprøvet, har det vist sig, at passende dimensioner for kanalen 34 sædvanligvis ligger i området fra ca. 0,1 til 1 (især ca. 0,2) mm i diameter og 0,1 til 5 (især 0,2 til 0,3) mm i længde, og en back-off-afstand i området fra ca. 0,25 til 3 (især ca. 0,4 til 1,0) mm. Disse områder er ikke nødvendigvis begrænsende. Væsker med en lavere resistivitet kan kræve relativt længere eller snævrere indsnævringspassager, eller begge dele, hvorimod en større back-off-afstand kan vise sig at fungere bedre i forbindelse med en kortere eller bredere indsnævring.

I almindelighed er pumpen mest velegnet til at pumpe væsker med en modstand, der ligger i området fra ca. 10^{10} til 10^7 ohm cm, og den vil muligvis ikke at fungere godt eller overhovedet med visse væsker, der ligger uden for dette modstands-
5 område. Pumpen er især velegnet til brug i elektrostastiske sprøjter, men kan også finde andre anvendelser. Flertrinssumper kan konstrueres til at arbejde i serie (som vist i fig. 6), hvor injektionselektroderne for det andet og det tredje trin i pumpen fungerer som afgangselektroder for det
10 foregående trin) eller i parallel (som i fig. 7) eller som en kombination af begge dele. I stedet for en elektrode med en skarp punktformet spids overfor en cylindrisk passage kan der være indrettet en elektrode med en ledende kant, et blad 6 med en skærpet æg 7 placeret overfor en slids 8, som vist
15 fig. 8 og 9.

Det er ikke nødvendigt, at injektionselektrodeaggregatet konstrueres fuldstændigt af ledende materiale, og til visse formål er det faktisk fordelagtigt, at det ikke er det. Når der
20 sprøjtes dispersioner (f.eks. findelte uopløselige pesticider) har det vist sig, at der kan opstå vekselvirkning mellem den ladede overflade af injektionselektroden og partiklerne i dispersionsfasen, og dette kan nedsætte pumpevirkningen og gøre den upålidelig. Sådanne virkninger nedsættes ved kun
25 at gøre spidsen af injektionselektrodeaggregatet ledende. Fig. 10 viser et snit gennem en pumpe med et elektrodeaggregat 53 af en blyantlignende opbygning med en central ledende kerne 55 af grafit, som er tilspidset til en spids 57, indlejret aksialt i en cylinder 59 af et ikke-ledende
30 plastmateriale. Formen af elektrodeaggregatet 53 og af andre dele i pumpen og de elektriske kredsløb er iøvrigt det samme som i fig. 1-3. Det har vist sig, at denne indretning pumper dispersioner mere pålideligt end pumpen vist fig. 1-3.

35 Et bredt område af ledende materialer kan anvendes til de ledende dele af elektrodeaggregatet, således at aggregatet har acceptable egenskaber. Det foretrækkes dog at anvende

materialer, som er modstandsdygtige overfor korrosionsangreb under oplagring og brug, f.eks. forskellige former for rustfrit stål.

5 Hvor det er muligt, bør pumpelegemet ifølge opfindelsen være udformet i ét stykke, ellers kan en ladning lække igennem sprækker fra et kammer til et andet. Konstruktionen vist fig. 1 og 11 er således at foretrække i forhold til den, der er vist fig. 7-10.

10 En nyttig anvendelse af pumpen ifølge opfindelsen er vist fig. 11 og 12. Disse viser en pumpe 50 ifølge opfindelsen monteret i en beholder 52 til elektrostatisk sprøjtning af pesticider. Beholderen omfatter et isolerende polyethylen-
15 terephthalat-legeme 54 udformet ved blæsestøbning, hvis hals ved hjælp af en skruegevind er forsynet med en dyse 58 af en ledende plast (nylon fyldt med kønrøg). Indenfor dysen 58 er halsen 56 aflukket med en skive 60 af isolerende polyacetal. I midten af skiven 60 bærer en åbning 62 et langt tyndt, men
20 stift PTFE plastrør 64, der fungerer som et luftindtag. I den ene side af skiven 60 rummer en anden større åbning 66 et pumpeelement 68 ifølge opfindelsen. Dette omfatter et metalelektrodeaggregat 70, som hviler i et isolerende (PTFE) rørformet plasthus 71, hvis nedre ende 72 fortsætter i ét
25 med den ydre overflade af skiven 60. Elektrodeaggregatet 70 slutter i en konus 73 med en skarp spids 74 over for en snæver passage 76 (længde 0,2 mm, diameter 0,2 mm). Huset 71 danner en konisk reces 78 med en vinkel 40° omkring konussen 73, der har vinkelen 36° . Derved tilvejebringes en jævnt til-
30 spidset væskekanal til tilførsel af væske til passagen 76. På den - i strømningsretningen - "øvre ende" 80, (på tegningens fig. 11 nederst) af huset 71 er fastgjort et let bøjeligt plastrør 82 med en længde lidt mindre end dybden af beholderen 52. Omkring indgangsenden 84 til røret 82 er fastgjort en
35 tyk metalbøsning 86, der tjener som en synkevægt (lod). En tynd metaltråd 88, der løber langs med indersiden af røret 82, opretholder elektrisk kontakt mellem elektrodeaggregatet

tet 70 og bøsningen 86. Metalstudse 92 placeret i afstand fra legemet 54 er elektrisk forbundet til hinanden med tråde 94 og til en udvendig elektrisk kontakt 96 (den samme funktion kunne frembringes af en metallisk strimmel ned langs den ene side af legemet 54).

Dysen 58 består af et inderrør 98 og et yderrør 100, som mellem sig danner en ringformet kanal 102 til modtagelse af væske fra pumpen 68. Over en del af dens længde er kanalen 102 opdelt i langsgående riller 104 af ribber 106, der er udformet på den ydre overflade af røret 100. Opbygningen af denne del af dysen er vist mere detaljeret i den europæiske ansøgning nr. 51928. Det indre af inderrøret 98 danner en væsketæt forsegling med basis af skiven 60 og tilvejebringer en vej for luft gennem røret 98 ind i røret 64. En fjedrende, rundtgående radial flange 108 er indrettet på yderrøret 100 for at virke som en elektrisk kontakt.

Ved siden af flangen 108 bærer legemet 54 et gevind 110, som tjener til at montere beholderen 52 i en sprøjteholder 112 vist mere detaljeret fig. 12 og 13. Holderen 112 er forsynet med et aflangt legeme 113, som kun delvis er vist i fig. 12, og fungerer som et håndtag, og med en ringformet hals 114, der bærer et indvendigt skruegevind 116, som passer med gevindet 110, og en ringformet metalfeltintensiverende elektrode 117. På halsen 114 er indrettet to elektriske kontakter 118 og 120 (den sidste i form af en metalring), som tjener til at berøre henholdsvis flangen 108 og kontakten 96. En højspændingsgenerator 122 drevet af tørceller 124 og i stand til at tilvejebringe en spænding på 25 kV ved en strøm på 20 μ A er monteret i legemet 113. En leder 126 tilvejebringer en elektrisk forbindelse fra en kontakt 118 til en terminal 128 på generatoren 122. Lederen 130 forbinder elektroden 117 til jord via en slæbende jordledning 132. En leder 133 forbinder elektroden 117 til den ringformede kontakt 120. En leder 134 forbinder cellerne 124 med generatoren 122 via en trykknapskifter 136.

I brug fyldes legemet 54 med den væske, som skal udsprøjtes (f.eks. en 3% opløsning af insekticiden cypermethrin i en hydrocarbon-fortynder, denne opløsning har en modstand på $1,2 \times 10^8$ ohm cm og en viskositet på 14 centistoke, begge ved 25°C, og dysen 58 monteres fast derpå. Dette er i almindelighed fabrikationsoperationer. Forud for anvendelsen skrues beholderen 52 fast ind i halsen 114 af holderen 112, således at flangen 108 rører kontakten 118, og kontakten 96 berører kontakten 120. Pumpen 68 spædes derefter ved at rette dysen 58 nedad, når det hydrostatiske tryk suger luft ind gennem røret 64, medens væske langsomt drypper fra enden af dysen 58. Dysen 58 rettes nu mod målet (f.eks. planter), som man ønsker at sprøjte, og omskifteren 136 sluttes. Dette aktiverer generatoren 122 og oplader dysen 58 via lederen 126 og kontakten 118 til en spænding på 25 kV. Spændingsforskellen, der derved opstår mellem den ladede væske i dysen 58 og det jordede pumpeelektrodeaggregat 70, bevirker en pumpning af væsken fra legemet 54 ind i dysen 58. Væske ved spidsen af dysen 58 trækkes ud af det elektrostatiske felt ind i tynde tråde eller bånd, som bryder op i ladede smådråber af meget ensartet størrelse og fremdrives af feltet imod og ud på målet.

I modsætning til en beholder med faldtilførsel vil dette apparat sprøjte i alle retninger. Når beholderen 52 vendes, således at dysen 58 peger opad, vil den tunge bøsning 86 falde ned til bunden af beholderen 52, således at munden 84 af det fleksible rør 82 forbliver under væskeoverfladen, og pumpen 50 kan fortsat forsynes med væske. Uanset orienteringen af beholderen 52 holdes munden 84 under væskeoverfladen, indtil beholderen 52 er næsten tømt. Evnen til at sprøjte i alle retninger er en væsentlig fordel i forhold til kendte beholdere af denne art. En variant af den viste beholder, hvori røret 82 og bøsningen 86 er fjernet, er imidlertid også anvendelig. Selvom den kun kan sprøjte med dysen 58 pegende nedad, kan den have en mere stabil sprøjteafgivelseshastighed end kendte apparater, der er betinget af faldtilførsel. En stabil sprøjtehastighed er ofte vigtig ved anvendel-

ser indenfor landbruget. I en anden udførelsesform af beholderen 52 erstatter pumpen 50 bøsningen 86 for enden af røret 82. Dette apparat spædes langt lettere. Imidlertid kræves en ledende tråd for at føre højspændingen langs røret 82 inden for en rimelig afstand af pumpen 50, og det er nødvendigt at fremstille røret 82 af et stærkt isolerende materiale (f.eks. PTFE), ellers vil ladning lække ud gennem rørvæggene.

Fig. 14 viser et alternativt elektrodeaggregat til anvendelse med pumperne fig. 1 eller 10. Det består af en stiv plast (f.eks. polyacetal) legeme 120 med samme form som elektrodeaggregatet 14 i fig. 1, metalliseret med et tyndt lag 121 (mindre end 1 μ m tyk) af aluminium eller kobber. Et sådant elektrodeaggregat behøver ikke at fremstilles ved metalslibeteknik, men kan fremstilles i et stort antal ved plastsprøjtestøbning, efterfulgt f.eks. af en vakuummetallisering. De har ikke en lang levetid som metalelektroder, men er tilfredsstillende i apparater, der kun skal anvendes i begrænset omfang.

Fig. 15 viser en modificeret pumpekonstruktion med et udvendigt hus 201 af en elektrisk isolerende polyacetal med en i hovedsagen cylindrisk uformning. Et indvendigt hus 202 af samme materiale er monteret i det ydre hus og afgrænser en passage 203 for den væske, som skal pumpe, og førende til en kanal 204 med et reduceret tværsnit i den nedre ende.

Et elektrodeaggregat 205 med et cirkulært tværsnit omfatter en tråd 206 af rustfrit stål (britisk standard EN56, en ferromagnetisk legering) med en diameter på 0,125 mm indpakket i polyacetal 207 med undtagelse af dens nederste endespids 208.

Kanalen 204 er udformet således, at den svarer til den koniske nedre ende af elektrodeaggregatet og de nederste kan-

ter 209 af kanalen er afrundede. Det har i praksis vist sig, at dette forbedrer den laminare strømning af væsken gennem kanalen.

5 Pumpehuset indeholder også en afladningselektrode 210 af carbonfyldt nylon, som udgør en del af et nedre område 211, og pumpen fungerer i det væsentlige på samme måde som de pumper, der er beskrevet i det foregående.

10 Egenskaberne kan ændres ved at ændre dimensionerne og andre driftparametre.

F.eks. blev følgende tal opnået ved anvendelse af en sammensætning af cyklohexanon og hvid olie.

15	strømningshastighed (ved nul returtryk)	12 cm ³ /min.
	tryk (strømningshastighed nul)	5 psi
	strøm (1 x 10 ⁸ ohm cm)	4 µA
	det acceptable modstandsområde for sammensætningerne	5 x 10 ⁷ til 5 x 10 ⁹ ohm cm
20	påtrykt spænding	op til 40 kV.

25 I det ovenstående eksempel har den smalleste del af kanalen en diameter på 0,35 mm og en længde på 0,3 mm med en elektrode "back-off" på 0,8 mm. Yderligere tuning af pumpen kan resultere i en yderligere optimering af en karakteristisk egenskaber på bekostning af andre.

30 En pumpe med et hul på 0,175 x 0,175 mm afgiver således kun ca. 1,5 cm³/min. ved 25 kV, men kan (i forbindelse med afgassende væsker) udvikle tryk på op til 15 psi. Omvendt er en pumpe med et større udvidet hul (f.eks. med en maksimal huldiameter på 0,5 mm) i stand til at frembringe strømningshastigheder på op til 25 cm³/min., men kan kun udvikle tryk på op til 1-2 psi.

P a t e n t k r a v .

1. Elektrostatisk pumpe til pumpning af væsker med en specifik modstand i området fra 10^{10} til 10^7 ohm cm, og som har et hus (10), idet huset indeholder følgende:

en passage (28, 30) for den væske, som skal pumpes gennem huset,

10 en enkelt injektionselektrode (14), som - i relation til strømningsretningen - er anbragt oven for den nævnte passage (28, 30), idet elektroden har en skrap ledende spids (20), en afgangselektrode (38), der - i relation til strømningsretningen - er anbragt neden for passagerne (28, 30), og

15 en indretning til tilvejebringelse af en elektrisk forbindelse fra en højspændingsgenerator (40) til injektions- og til afgangselektroden (14, 38), hvorved der mellem dem opretholdes en elektrisk spænding i størrelsesordenen nogle kilovolt, k e n d e t e g n e t ved

20 en indsnævring (32, 34) ved spidsen (20) af den nævnte injektionselektrode og - i relation til strømningsretningen - nedenfor den samme og med en sådan form, at indsnævringen svarer til overfladeformen af den nævnte spids (20) og således, at der dannes en åbning (34) med formindsket tværsnit neden for

25 spidsen (20), hvorved den væske, der skal pumpes, strømmer langs spidsen (20) i en laminar strømning gennem åbningen (34), således at væsken i åbningen (34) virker som en strømbe-grænsende elektrisk modstand, og

et kammer (30), der - i relation til strømningsretningen - er

30 anbragt neden for indsnævringen (32, 34) og har et større tværsnit end indsnævringen, idet afgangselektroden (38) er anbragt i dette kammer (30) og af kamret (30) og indsnævringen (32, 34) er adskilt fra injektionselektroden (14).

35 2. Pumpe ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at indsnævringen (32, 34) med sine sider omslutter en vinkel, der er noget større end topvinkelen for elektrodeaggregatets spids.

3. Pumpe ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at den aksiale afstand mellem elektrodespidsen (21) og åbningen (34) ligger i området fra 0,25 til 3 mm.

5 4. Pumpe ifølge et eller flere af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at injektionselektroden (22) har en ledende kerne (55), der er indkapslet i et isolerende materiale (59), idet kernen (55) er frilagte ved den yderste ende, som danner elektrodespidsen (21).

10 5. Pumpe ifølge et eller flere af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at injektionselektroden (14) har en elektrisk ledende belægning (121) på en isolerende kerne (120).

15 6. Pumpe ifølge et eller flere af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at den elektrisk ledende spids (20) består af et materiale, som er korrosionsbestandigt over for betingelserne under oplagring og i brug.

20 7. Pumpe ifølge et eller flere af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at den yderste ende af åbningen (34) har udvidede eller afrundede kanter for at fremme en laminar væskestrømning.

25 8. Pumpeanlæg, k e n d e t e g n e t ved, at det omfatter et antal pumper ifølge et eller flere af kravene 1-7, som er koblet i serie.

30 9. Pumpeanlæg, k e n d e t e g n e t ved, at det omfatter et antal pumper ifølge et eller flere af kravene 1-7, som er koblet parallel.

35 10. Elektrostatisk sprøjteanlæg, k e n d e t e g n e t ved, at det omfatter en pumpe ifølge et eller flere af kravene 1-7, der er indrettet således, at det afgiver væske til et elektrostatisk sprøjtehoved (58).

11. Anlæg ifølge krav 10, k e n d e t e g n e t ved, at sprøjtehovedet (58) og pumpen aktiveres gennem samme højspændingskilde.

5 12. Anlæg ifølge krav 10 eller 11, k e n d e t e g n e t ved, at det er indrettet til landbrugssprøjtning.

10 13. Væskebeholder, k e n d e t e g n e t ved, at der er fastgjort en pumpe (50) ifølge et eller flere af kravene 1-7 på den, og at den indeholder væske og har elektriske forbindelser (58, 96), hvorigennem pumpen under brug kan afgive væske til eller fra beholderen (52).

15 14. Beholder ifølge krav 13, k e n d e t e g n e t ved, at pumpen (50) er anbragt inde i beholderen (52).

20 15. Beholder ifølge krav 13 eller 14, k e n d e t e g n e t ved, at den er udformet således, at væsken leveres til et sprøjtehoved (58).

16. Beholder ifølge krav 15, k e n d e t e g n e t ved, at sprøjtehovedet er et elektrostatisk sprøjtehoved.

25 17. Beholder ifølge krav 16, k e n d e t e g n e t ved, at sprøjtehovedet (58) er en del af beholderen og ved brug kan forbindes elektrisk med en højspændingskilde til sprøjtehovedet og pumpen.

30 18. Beholder ifølge krav 17 i forbindelse med en holder (112), k e n d e t e g n e t ved, at holderen indeholder en højspændingskilde og elektriske forbindelser (118), der passer til beholderens forbindelser for at forbinde højspændingskilden med sprøjtehovedet og pumpen, når beholderen er fastgjort holderen.

FIG. 4.

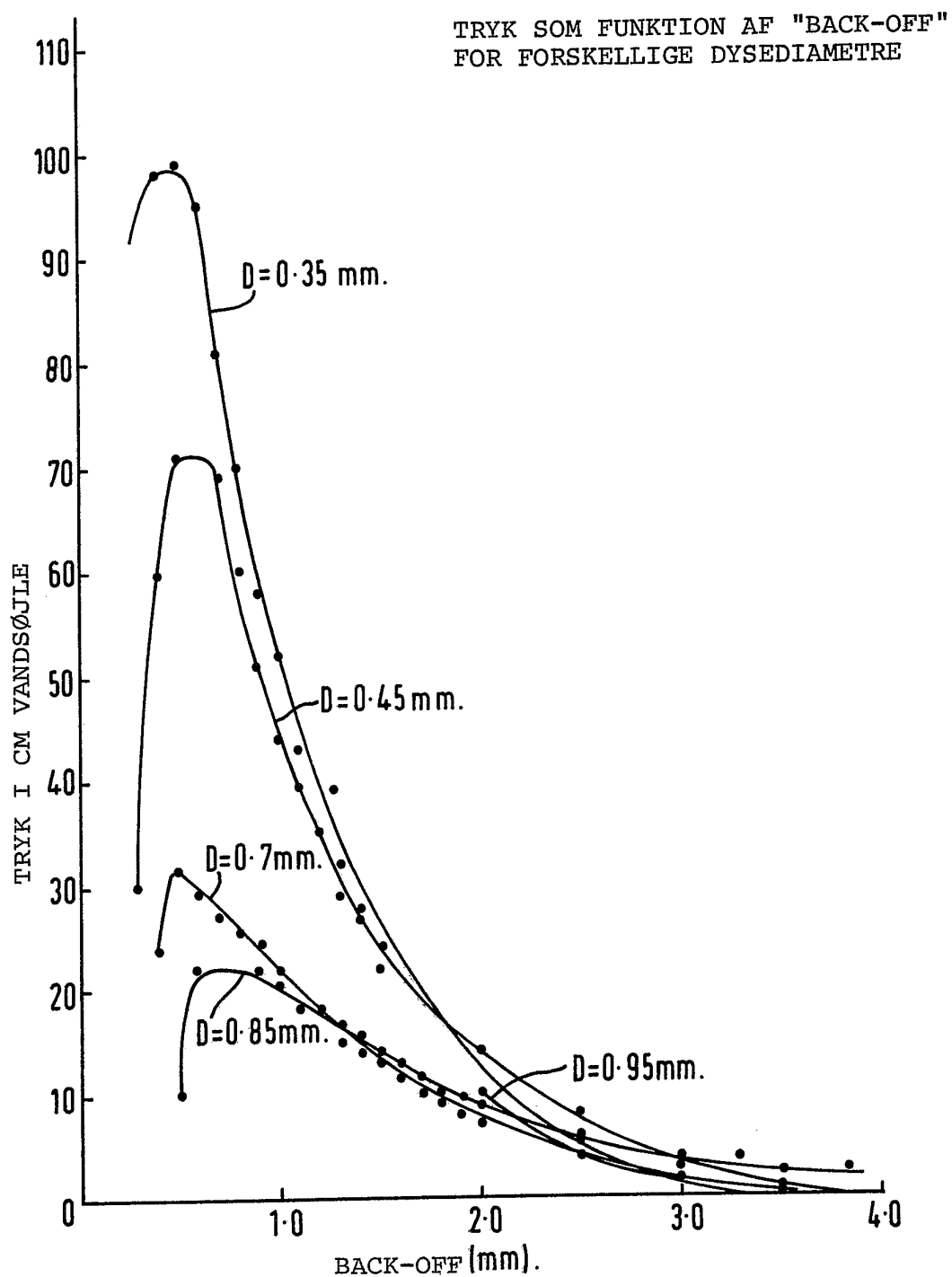
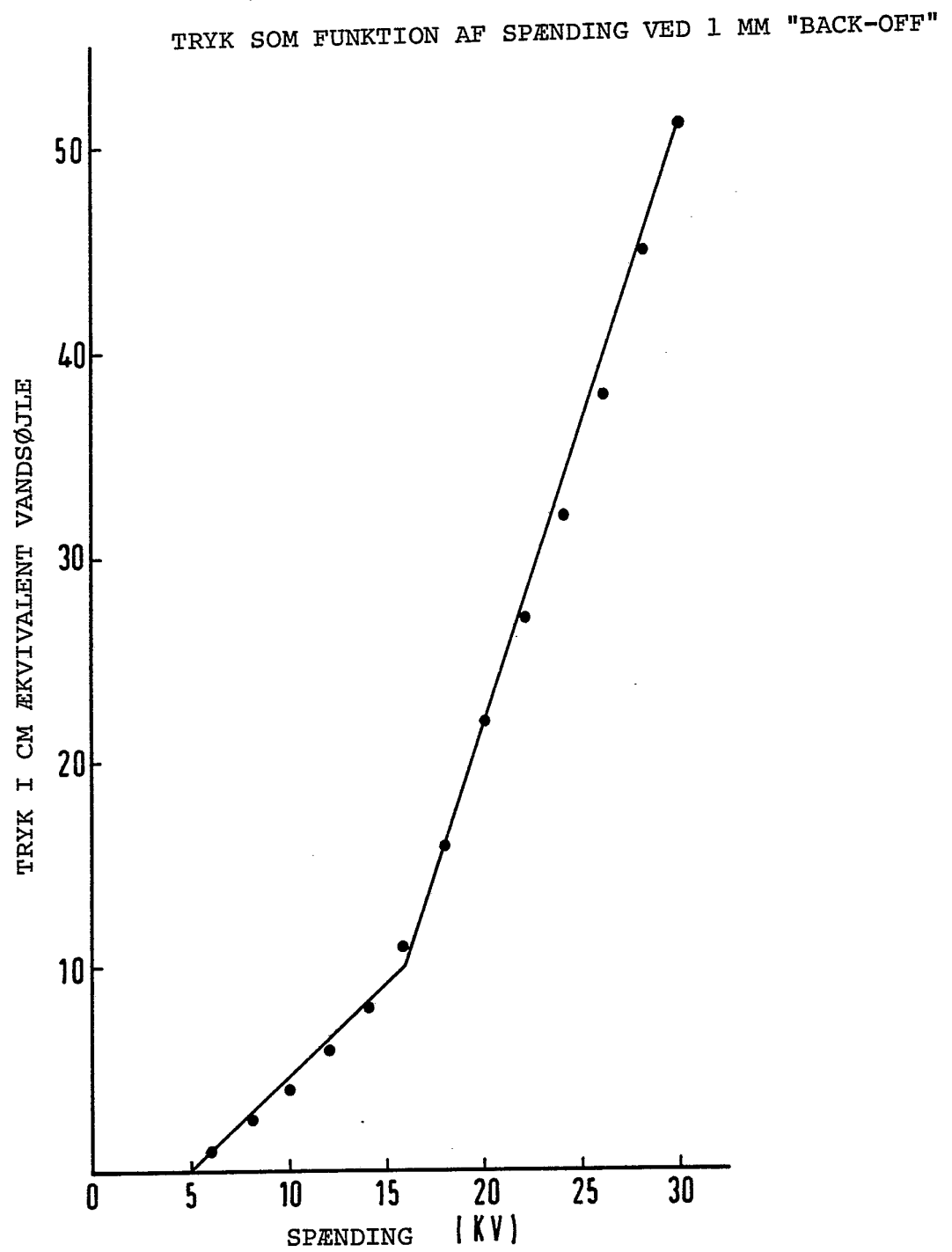


FIG. 5.



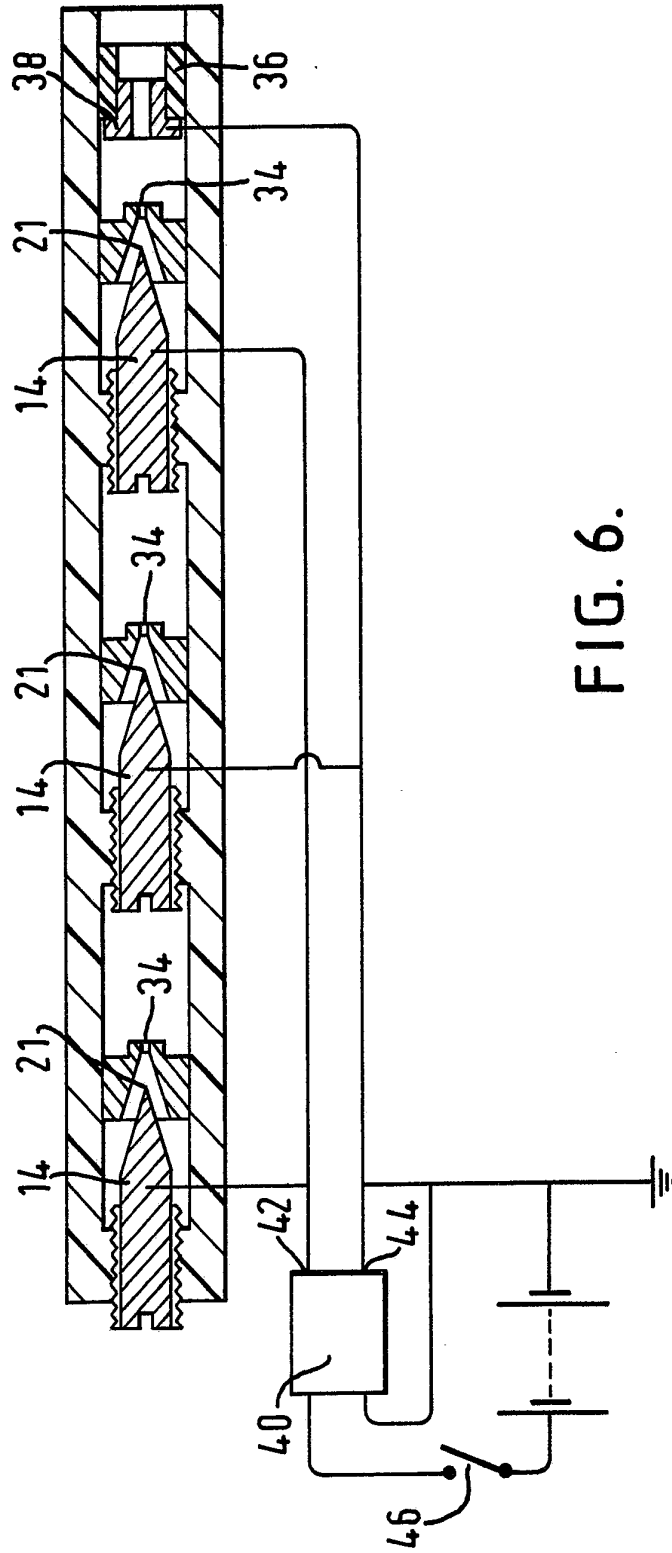


FIG. 6.

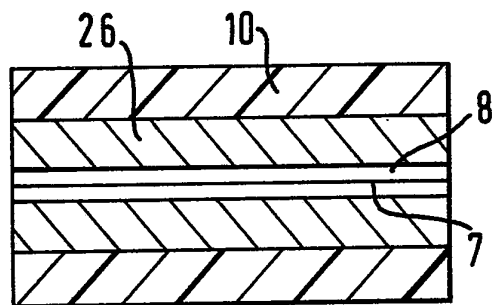
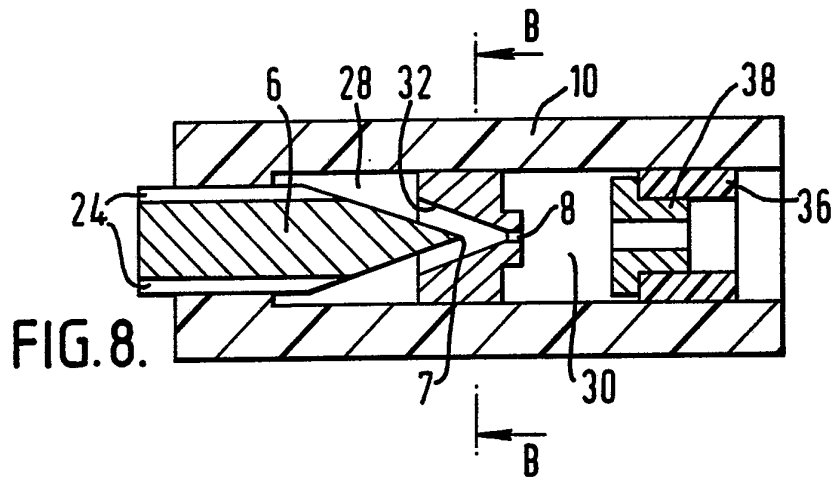
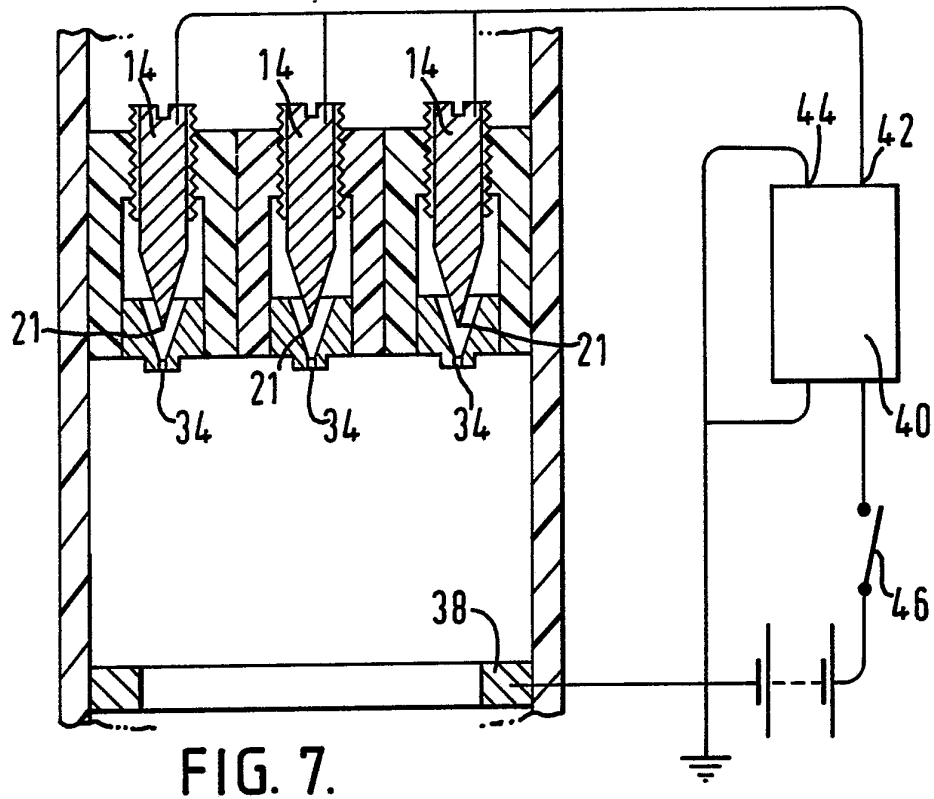


FIG. 9.

FIG. 10.

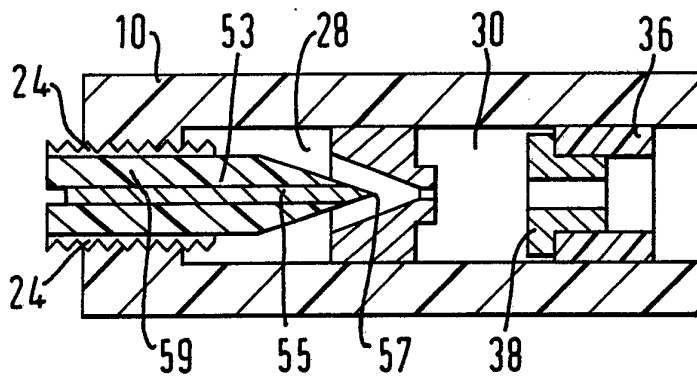


FIG. 12.

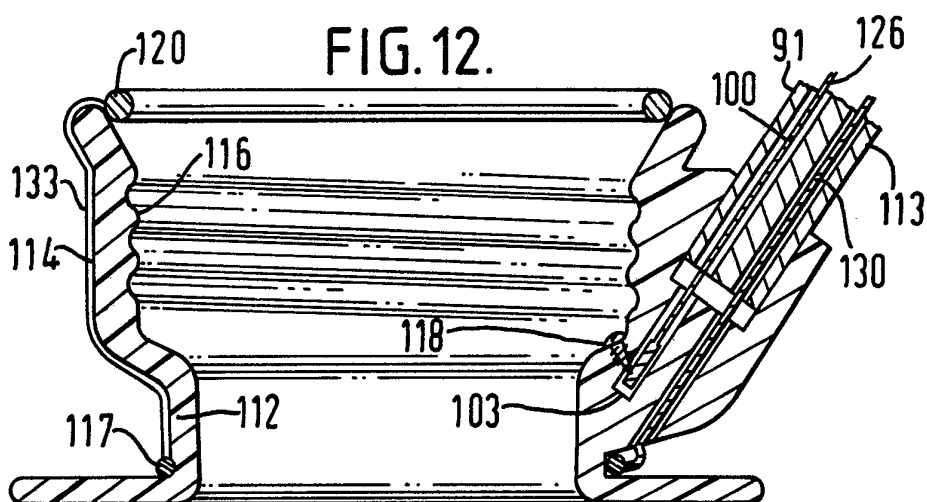
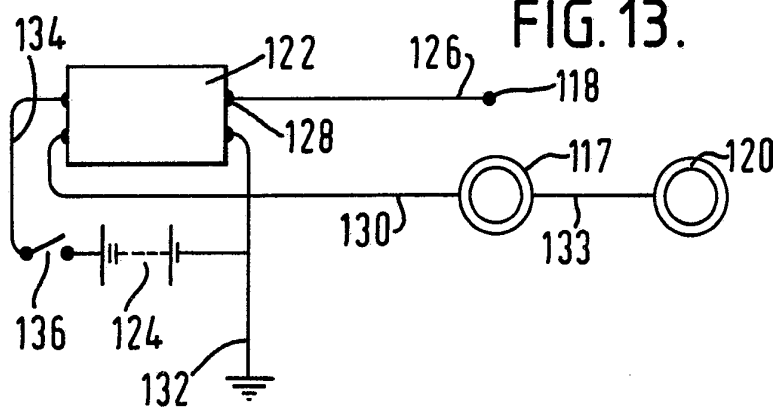


FIG. 13.



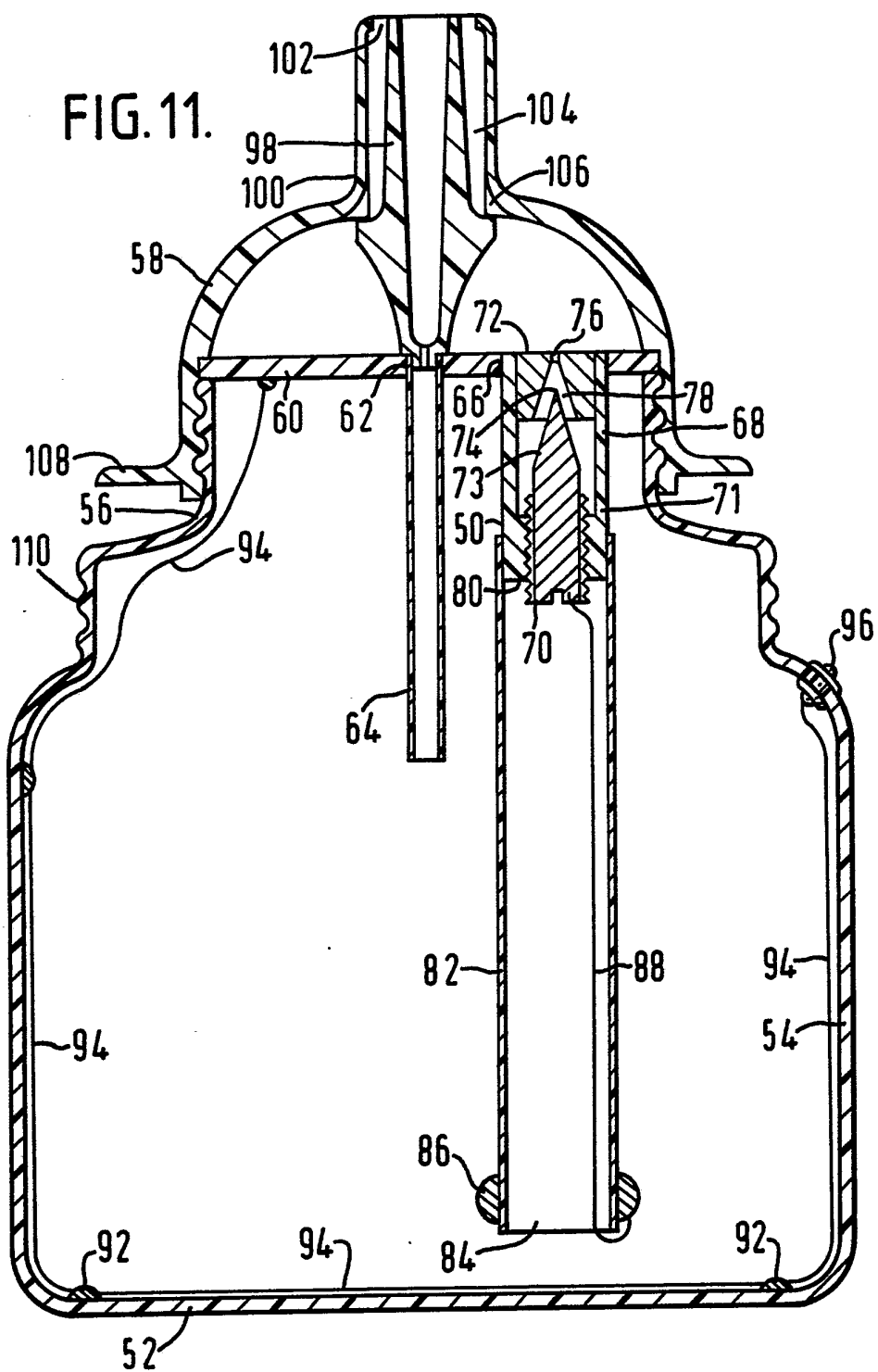


FIG. 14.

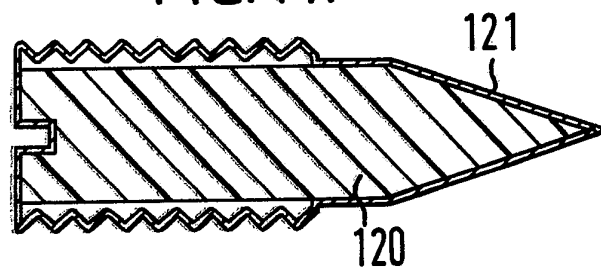


FIG. 15.

