

(19) DANMARK



Patentdirektoratet
TAASTRUP

(12) PATENTSKRIFT

(11) 168346 B1

(21) Patentansøgning nr.: 0491/91	(51) Int.Cl.5	H 01 Q 1/24
(22) Indleveringsdag: 19 mar 1991		H 01 Q 1/27
(41) Alm. tilgængelig: 20 sep 1992		H 01 Q 9/14
(45) Patentets meddelelse bkg. den: 14 mar 1994		
(86) International ansøgning nr.: -		
(30) Prioritet: -		

(73) Patenthaver: *Dancall Telecom A/S; Bransager 30; P. O. Box 105; 9490 Pandrup, DK

(72) Opfinder: Erik *Bech; DK

(74) Fuldmægtig: Hofman-Bang & Boutard A/S

(54) Antennekonstruktion med udtrækkeligt antenneelement

(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag:

491-91

En antennekonstruktion med et stavformet antenneelement er indrettet til fortrinsvis anvendelse i mobiltelefoner. Det stavformede antenneelement er indrettet til at kunne forskydes i et rør mellem en første stilling, hvor i hovedsagen hele det stavformede antenneelement rager ud fra røret og bidrager til udstrålingen, og en anden stilling, hvor kun en del af det stavformede antenneelement rager ud fra røret og bidrager til udstrålingen. Det stavformede antenneelement er indrettet til at kunne optages i røret til dannelse af en koaksialtransmissionslinie. Denne koaksiale transmissionslinie er indrettet således, at den i den anden stilling, hvor en del af antenneelementet er

fortsættes

491-91

optaget i røret, har en længde og afsluttes på en sådan måde, at transmissionens impedans er høj set fra den udragende del af antenneelementet og således ikke påvirker denne del. Den koaksiale transmissionslinie kan f.eks. være en åben halvølgetransmissionslinie. Transmissionslinien kan imidlertid også realiseres i form af en kortsluttet kvartølgetransmissionslinie eller en åben, forkørtet halvølgetransmissionslinie.

491-91

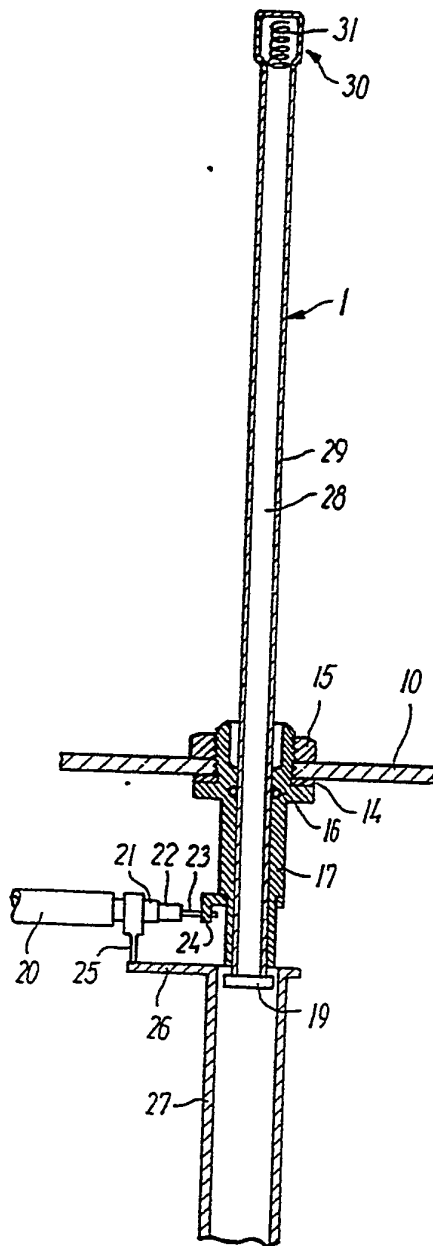


FIG. 5

Opfindelsen angår en antennekonstruktion, fortrinsvis til anvendelse i en mobiltelefon. Antennekonstruktionen er af den art, der omfatter et stavformet antenneelement, der kan forskydes mellem to stillinger.

5

Idet udviklingen inden for mobiltelefoner medfører, at modellerne bliver mere håndterlige og samtidig gøres mindre, stiller forbrugerne efterhånden krav om, at en mobiltelefons antenne ikke må bidrage væsentligt til telefonens samlede størrelse. Dette er især tilfældet, når telefonen ikke anvendes til opkald. Samtidig skal det imidlertid fortsat være muligt, at modtage opkald udefra, selv om mobiltelefonen er i passiv tilstand.

15

Det amerikanske patentskrift nr. 4 890 114 søger netop at overvinde disse problemer, ved at angive en antennekonstruktion med et udtrækkeligt antenneelement. Dette antenneelement kan forskydes mellem to yderstillinger, hvor det i en første og for telefonen aktiv stilling befinder sig i hovedsagen uden for mobiltelefonens hus. I en anden og for mobiltelefonen passiv stilling, befinder en væsentlig del af antenneelementet sig inden for mobiltelefonens hus, hvorved kun den yderste, ledende spids rager uden for mobiltelefonens hus. I dette patent angives, at dette er tilstrækkeligt for at opnå en forudbestemt modtagefølsomhed. Det med antennens korte del modtagne signal vil imidlertid blive forstyrret af refleksioner fra den lange, indtrukne del af antennen. Dette reducerer således antennens modtagefølsomhed i mobiltelefonens passive tilstand, hvorved modtageforholdene forringes.

25
30

Andre har forsøgt at kompensere for denne uheldige kobling mellem den del af antenneelementet, der er ført ind i mobiltelefonens hus og den del, der rager uden for huset for at opfange eventuelle opkald. Dette er gjort ved, at antennen er opdelt i to separate antenneelementer, der er anbragt i forlængelse af hinanden og er indbyrdes iso-

35

lerede. Et relativt kort antenneelement i antennens yderste ende bibringer så overvågningsfunktionen i mobiltelefonens passive tilstand, mens et længere antenneelement bibringer antennefunktionen ved mobiltelefonens aktive tilstand. Dette har den ulempe, at selve antennen rager længere ud fra mobiltelefonens hus, når mobiltelefonen er i aktiv tilstand, da den yderste del af antennen ikke bidrager til udstrålingen, men er isoleret fra den aktive del af antennen, og således blot kan betragtes som værende "dummy" i denne tilstand.

Opfindelsen har til formål at angive en antennekonstruktion af den i indledningen angivne art, hvor et antenneelement kan forskydes mellem to yderstillinger, hvilken antennekonstruktion skal være indrettet til at kunne modtage opkald i begge disse stillinger, uden at den i sende/modtageenheden indførte antenedel forstyrrer den aktive del af antennen.

Dette formål opnås med den i krav 1's kendetegnende del angivne antennekonstruktion. Antenneelementets længde afstemmes, så den del, der føres ind i sende/modtageenhedens hus fungerer som en koaksial transmissionslinie med en høj impedans set fra fødepunktet for den korte, aktive del af antenneelementet.

Som angivet i krav 2, kan den elektriske længde af antenneelementet afstemmes, så den lange, indførte del af antenneelementet svarer til en åben halvbølgetransmissionslinie. Krav 3 angiver en alternativ udførelsesform, hvor den indførte del er udformet som en kvartbølgetransmissionslinie, der er kortsluttet. Dette kan eksempelvis realiseres ved, at der i en afstand fra antennens fødepunkt svarende til en kvart bølgelængde monteres en gli-demuffe, der kan etablere en elektrisk kortslutning mellem antenneelementet og det koaksialt anbragte ledende rør. Herved vil impedansen af den del af antennelemen-

tet, der er optaget i sende/modtageenhedens hus have en høj impedans set fra antennens fødepunkt. I indskubbet stilling, vil den i huset optagne del således ikke påvirke den relativt korte del, der rager uden for huset.

5

Opfindelsen skal i det følgende forklares nærmere i forbindelse med foretrukne udførelsesformer og under henvisning til tegningen, hvor:

10 fig. 1 viser princippet for en foretrukken udførelsesform for en antennekonstruktion ifølge opfindelsen, hvor antennen befinder sig i udtrukket stilling,

fig. 2 viser den i fig. 1 viste antennekonstruktion, med antenneelementet i indført stilling,

15

fig. 3 viser et ækvivalentdiagram for den i fig. 1 viste antennekonstruktion, samt tilpasningen af denne,

20 fig. 4 viser en alternativ udførelsesform for en antennekonstruktion ifølge opfindelsen,

fig. 5 viser, hvorledes den i fig. 1 viste antennekonstruktion kan realiseres i praksis, og

25

fig. 6 viser skematisk hvorledes en alternativ udførelsesform med et forkortet antenneelement kan realiseres.

30

Principperne ved en foretrukken udførelsesform for opfindelsen er vist i fig. 1 og 2, hvor antennekonstruktionen omfatter et antenneelement 1, der kan forskydes mellem to yderstillinger. Den ene er vist i fig. 1 og antenneelementet 1 er her trukket ud af mobiltelefonens hus, hvorved mobiltelefonen kan sende med maximal effekt og modtage med maximal følsomhed, hvorved mobiltelefonen er i stand til at opfylde de af myndighederne for godkendelse til NMT-systemet stillede krav. På fig. 2, ses hvorledes

35

antenneelementet 1 er ført ind i mobiltelefonens hus (der ikke er vist på figurerne) og optaget i et elektrisk ledende rør 2, hvorved dette rør 2 danner en koaksial transmissionslinie sammen med antenneelementet 1. Antenneelementet 1 er i sit fødepunkt elektrisk koblet til mobiltelefonens ikke-viste sende/modtagedele gennem et koaksial kabel 4, hvis centerleder er forbundet til et koaksialt med antenneelementet 1 anbragt rørstykke 3, der kobler til antenneelementet 1 gennem en kapacitiv kobling. Rørstykket 3 er elektrisk isoleret fra røret 2, der er forbundet med jord, hvilket ved den foretrukne udførelsesform sker gennem koaksialkablet 4's skærm eller yderleder. Herved kan højfrekvenssignalet tilkobles antenneelementet 1 uden anvendelse af fysiske kontaktarrangementer.

Som det ses af fig. 1 og 2, er antenneelementet 1 afsluttet med en spole 5. Ved den foretrukne udførelsesform er den fra røret 2 udragende del L_1 af antenneelementet 1 i mobiltelefonens passive tilstand kortere end en kvart bølgelængde. En sådan antenne er kapacitiv, og kan f.eks. afstemmes ved hjælp af en forlængerspole anbragt i midten eller i toppen af antenne. Anvendelse af en topspole er mest praktisk, da den kan skjules og beskyttes i en antenneknop, som det vil blive forklaret i forbindelse med fig. 5.

Når antennen er fuldt udtrukket, vil den have en længde $L_1 + L_2$, der eksempelvis kan være $5/8$ bølgelængde eller $3/4$ bølgelængde. Ved en samlet antennenlængde på $5/8$ bølgelængde, vil antennen have en kapacitiv impedans og kan derfor afstemmes med en seriespole. Ved den foretrukne udførelsesform foretrækkes et antenneelement med en samlet længde på $3/4$ bølgelængde, hvorved antenneimpedansen i hovedsagen vil være reel, hvorfor der ikke er behov for et afstemningsled i antennekonstruktionen. Denne antenne vil i udtrukket stilling have strømmaximum ved fødepunkt-

tet.

Anvendelse af udtrykket kort og lang antenne vil i det efterfølgende referere til den aktive del af antennen, når mobiltelefonen henholdsvis er i passiv og aktiv tilstand.

Det vil, som det vil fremgå af det følgende, være ønskeligt, at den korte antenedels fødeimpedans er lav, og det vil foretrækkes, at afstemningen udføres med topspolen som tidligere nævnt. Den lange antenne er ved den foretrukne udførelsesform valgt præcis $1/2$ bølgelængde længere end den korte antenne og afstemmes med samme topspole. Der er således ikke behov for et afstemningsled i fødepunktet. Den lange antenne vil uden brug af isolering have en elektrisk længde, der svarer til den fysiske længde. Et elektrisk ækvivalentdiagram for antennekonstruktionen ifølge den foretrukne udførelsesform, når antenneelementet 1 er ført ind i røret 2, så kun spidsen rager ud, er vist i fig. 3. Den korte antenne afstemmes som tidligere nævnt med en topspole 5, hvis fysiske udforming er vigtig, da spolen ikke fungerer som et simpelt impedans-transformationsled, men som en del af antennestråleren, der, som følge af spiraliseringen, har en længere elektrisk end fysisk længde. Set fra antennens fodpunkt A, vil antennen have en lav impedans, mens impedansen af den i røret optagne antenedel med en længde svarende til $1/2$ bølgelængde, vil være høj. Som det ses, er der ikke andre tilpasningsled til stede i antennekonstruktionen.

Når antenneelementet er skubbet ind i apparatet, vil en del med længden L_2 være optaget i et tyndt og fortrinsvis cylindrisk metalrør, for derved at optage så lidt plads i apparatet som muligt. Antenneelementet kan vælges efter de krav, der stilles til dets funktion og vil fortrinsvis være en ubrudt metaltråd med en vis fleksibilitet. I det

den indskubbede del L_2 af metaltråden er udformet med en elektrisk længde på $1/2$ bølgelængde og sammen med røret 2 danner en åben koaksial halvbølgetransmissionslinie, vil impedansen set fra fodpunktet være høj, hvorfor den korte antenedel med lav impedans ikke påvirkes. For at udnytte dette princip maximalt fødes den korte antenne i et strømmaximum.

Et alternativ til den ovenfor nævnte åbne halvbølgetransmissionslinie er at udforme den koaksiale transmissionslinie som en kortslyttet kvartbølgetransmissionslinie. Dette realiseres ved, at der i en afstand fra fødepunktet svarende til en kvart bølgelængde anbringes en slæbekontakt 6 i røret 2, hvilket er vist på fig. 4. Den i røret 2 indførte del vil, set fra fødepunktet have en høj impedans og dermed ikke påvirke den korte antennes funktion. Denne høje impedans vil være uafhængig af den del af antenneelementet, der befinder sig nedenfor slæbekontakten 6, hvorfor man frit kan vælge den fysiske længde af den indskubbede del. Antenneelementet kan f.eks. være udformet som et elastisk element, hvis ende er forbundet til f.eks. en motor, så antenneelementet automatisk kan føres ind og ud af mobiltelefonens hus under styring af brugeren.

Den del af antenneelementet, der befinder sig i røret 2, vil have samme elektriske og fysiske længde, når antenneelementet ikke er omgivet af et dielektrisk materiale. Hvis antenneelementet omgives af dielektrikum, vil den fysiske længde være lig med den elektrisk længde multipliceret med kvadratroden af den effektive dielektricitetskonstant. Dette er givet ved følgende udtryk:

$$L_2 = (\lambda/2)(\epsilon_{\text{eff}})^{1/2} \quad 1,$$

35

hvor ϵ_{eff} findes fra udtrykket:

$$\epsilon_{\text{eff}} = \ln(r_2/r) (\epsilon_r / (\ln(r_1/r) + \epsilon_r \ln(r_2/r))) \quad 2,$$

hvor r_2 er radius af røret 2,

5 r er radius af antenneelementet 1,

r_1 er radius af det dielektrikum, der omgiver antenneelementet 1, og

10 ϵ_r er den relative dielektricitetskonstant for dielektrikumet.

Fig. 5 viser en mulig opbygning af en antennekonstruktion ifølge opfindelsen, hvor antennekonstruktionen her omfatter et antenneelement 1, der omfatter en stav 28 af ledende materiale, der er beklædt med et isoleringslag 29, der f.eks. kan være plast. I toppen af antenneelementet, er der tilvejebragt en knop 30, der indeholder den tidligere omtalte forlængerspole 31. Antenneelementet 1 er næsten trukket helt ud af mobiltelefonens hus, idet antenneelementet 1 kan forskydes igennem en åbning i en væg 10 i nævnte hus. Antennekonstruktionen er forbundet til sende/modtageenheden i mobiltelefonen gennem et koaksialkabel 20, hvis yderleder 21 er fastgjort til en ring 25, der gennem en forbindelsesdel 26 forbinder yderlederen 21 til et rør 27, der er indrettet til at optage antenneelementet 1, når det føres ind i mobiltelefonens hus. Koaksialkablet 20's inderleder 23, der er isoleret fra yderlederen 21 gennem isolationen 22, er gennem en anden forbindelsesdel 24 forbundet til det i fig. 1 viste kapacitive koblingsrør, der f.eks. kan have form som det tilsvarende i fig. 5 viste koblingsrør 17. Koblingsrøret 17 tjener som tidligere beskrevet til at overføre elektromagnetisk energi til antenneelementet 1, men er her også udformet, så det har til funktion at styre antenneelementet 1's bevægelser i forhold til røret 27. Derfor er koblingsrøret 17 udformet med skuldre, der gennem en isole-

15

20

25

30

35

ringsring 14 ligger an mod den indvendige side af husvæggen 10. Den udfra huset ragende del af koblingsrøret 17 tjener som fastgørelsesdel og er derfor forsynet med et udvendigt gevind, ved hjælp af hvilket koblingsrøret 17 fikseres i forhold til huset ved tilspænding med en møtrik 15. Antenneelementet 1 er således indrettet til forskydeligt at kunne optages i koblingsrøret 17, hvor en tætningsring 16 sikrer, at der ved forskydning af antenneelementet 1 ikke føres vand ind i røret 27. Den indvendige del af fastgørelsesdelen på koblingsrøret 17 er udformet, så antenneelementet 1 tillades en vis tværgående bevægelse. Antenneelementet 1 er i bunden forsynet med et modhold 19, der, når antenneelementet trækkes ud i udtrukket stilling, bringes til at ligge an mod koblingsrøret 17's ende. Herved forhindres, at antenneelementet 1 føres helt ud af mobiltelefonens hus.

Den i fig. 5 illustrerede antennekonstruktion har en total længde på $3/4$ bølgelængde, hvilket ved anvendelse i forbindelse med et NMT-system, medfører en total længde på ca. 20 cm. Den lange antenne (når mobiltelefonen er i aktiv tilstand) vil således være $3/4$ bølgelængde lang (incl. topspole). Den korte antenne (når mobiltelefonen er i passiv tilstand) vil være en kvartbølgeantenne med topspole, mens den indførte del af antenneelementet vil fungere som en halvbølgeresonator i røret 27. Der kræves intet afstemningsled til denne antennekonstruktion. Længden af rørdelen 17 vil typisk være i størrelsesordenen 25-50 mm.

Som omtalt i forbindelse med fig. 4, kan den i fig. 5 viste antennekonstruktion modificeres ved, at der indvendig i røret 27 anbringes en glidekontakt, der så anbringes i en afstand svarende til $1/4$ bølgelængde fra antennens fødepunkt. Den lange antenne vil også her være udformet med en længde på $3/4$ bølgelængde (incl. topspole), hvilket svarer til ca. 20 cm. Den korte antenne vil være

en kvartbølgeantenne med topspole, hvor den i røret 27 optagne del af antenneelementet vil fungere som en kvartbølgeresonator. For at opnå elektrisk kontakt mellem glidekontakten 6 (fig. 4) og den ledende del af antenneelementet 1, må antenneelementet imidlertid blotlægges for isolation, i det mindste i en del af sin længderetning.

Ved den første af de to ovenstående udførelsesformer, blev det forudsat, at tykkelsen af isolationsmaterialelaget 29 var lille i forhold til radius af røret 27. Ved at øge tykkelsen af isolationsmaterialelaget for den i fig. 5 viste antennekonstruktion, kan man opnå, at antenneelementets fysiske længde kan reduceres, samtidig med at dets elektriske længde opretholdes. Man kan således afpasse de forskellige radier i forhold til den effektive dielektricitetskonstant ifølge udtryk 2, og opnå, at man kan anvende et antenneelement 1 med en fysisk længde på f.eks. 16 cm. Den lange antenne vil således være $5/8$ bølgelængde lang, mens den korte antenne fortsat vil være en kvartbølgeantenne med topspole, hvor den i røret 27 optagne del af antenneelementet vil udgøre en forkortet halvbølgeresonator. Nu vil der imidlertid være behov for et afstemningsled mellem koaksialkablet 20's centerleder 23 og forbindelsesdelen 24. Dette led skal kunne skiftes ind og ud af vejen for højfrekvenssignalerne i afhængighed af mobiltelefonens tilstand.

Fig. 6 viser hvorledes en sådan antennekonstruktion kan realiseres. På fig. 6 er kun medtaget de allermest nødvendige dele for at illustrere princippet. Mobiltelefonens hus har en væg 110 med en åbning, hvori et koblingsrør 117 er anbragt. I koblingsrøret 117, kan antenneelementet 1, der består af en ledende del 128 med omgivende isoleringsmateriale 129, forskydes mellem to yderstillinger. I forlængelse af antenneelementets ledende del 128, er der anbragt en permanent magnet 140. Denne magnet 140 bidrager ikke til antennens udstrålingsfunktion, og

er således isoleret fra det ledende antenneelement 128. Magneten 140 bidrager, som det vil blive forklaret senere, til ind- og udkobling af et antenneafstemningsled. Antenneelementet er indrettet til at kunne optages i et

5 elektrisk ledende rør 127, der er forbundet til jord via et koaksialkabel 120's yderleder 122. Koaksialkablet 120 tilkobler højfrekvenssignalet til antenneelementet 1 gennem koblingsrøret 117, som gennem afstemningsledet er forbundet til koaksialkablet 120's centerleder 123. Mel-

10 lem koaksialkablet 120 og koblingsrøret 117, er der tilvejebragt et antenneafstemningsled, der omfatter en til koaksialkablet 120's centerleder 123 forbunden induktans L_{s1} , der igen er forbundet til henholdsvis jord gennem en anden induktans L_{s2} og til koblingsrøret 117 gennem en

15 tredje induktans L_{s3} . Parallelt over den første induktans L_{s1} , er der anbragt en Reedkontakt bestående af en kontaktdel 142 og en permanent magnet 141. Som det ses, har de to magneter 140 og 141 modsat polaritet. Herved sikres det, at kontakten 142 slutes, når antennen føres ind i

20 mobiltelefonens hus, idet magneten 140 føres væk fra kontakten. Dermed vil magneten 141 dominere Reedkontakten og sikre, at den er sluttet. Når antennen atter trækkes ud, bringes magneten 140 tæt på magneten 141, hvorved magnetfeltet, der påvirker kontaktelemt 142, reduceres, som

25 følge af de to magneter 140 og 141's modsatte polaritet. Herved afbrydes kontakten 142. Serieinduktansen L_{s1} dimensioneres, så antenneelementet, der er $5/8$ bølgelængde langt, afstemmes i udtrukken stilling. De øvrige afstemningsinduktanser L_{s2} og L_{s3} afstemmer henholdsvis uund-

30 gåelige parallelkapaciteter og seriekapaciteten i koblingsrøret. Disse induktanser dimensioneres i overensstemmelse hermed.

P a t e n t k r a v:

1. Antennekonstruktion med et stavformet antenneelement
5 (1) og fortrinsvis til anvendelse i mobiltelefoner, hvor
det stavformede antenneelement (1) er indrettet til at
kunne optages og forskydes i et rør (2) mellem en første
stilling, hvor i hovedsagen hele det stavformede antenne-
element (1) rager ud fra røret (2) og bidrager til ud-
10 strålingen, og en anden stilling, hvor kun en del (L_1) af
det stavformede antenneelement (1) rager ud fra røret (2)
og bidrager til udstrålingen, k e n d e t e g n e t ved,
at det stavformede antenneelement (1) er indrettet til at
kunne optages i røret (2) til dannelse af en koaksial
15 transmissionslinie, og at denne koaksiale transmissions-
linie i den anden stilling har en længde (L_2) og afslut-
tes på en sådan måde, at transmissionsliniens impedans er
høj set fra den udragende del (L_1) af antenneelementet
(1) og således ikke påvirker denne.
- 20
2. Antennekonstruktion ifølge krav 1, k e n d e t e g-
n e t ved, at transmissionslinien er en åben halvbølge-
transmissionslinie (fig. 2).
- 25
3. Antennekonstruktion ifølge krav 1, k e n d e t e g-
n e t ved, at transmissionslinien er en kortsluttet
kvartbølgetransmissionslinie (fig. 4).
4. Antennekonstruktion ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g-
30 t e g n e t ved, at transmissionslinien er en åben, for-
kortet halvbølgetransmissionslinie.
5. Antennekonstruktion ifølge krav 1-4, k e n d e t e g-
n e t ved, at antenneelementet fødes gennem en kapaci-
35 tiv, resonant kobling (3; 17; 117).

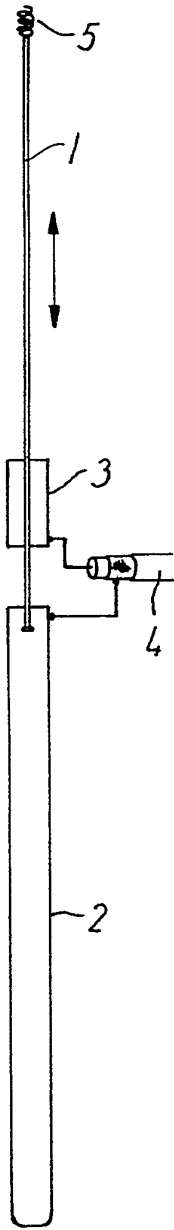


FIG. 1

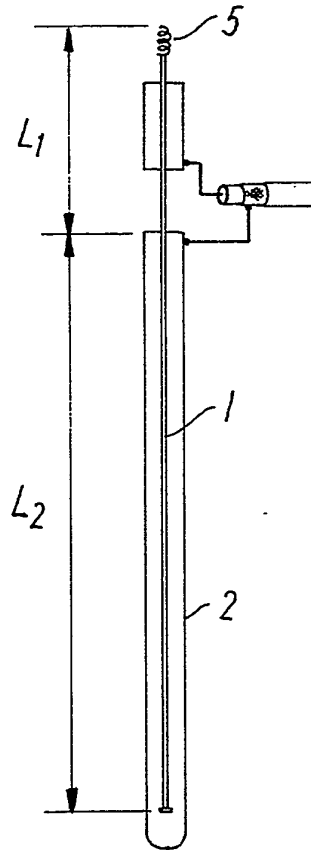


FIG. 2

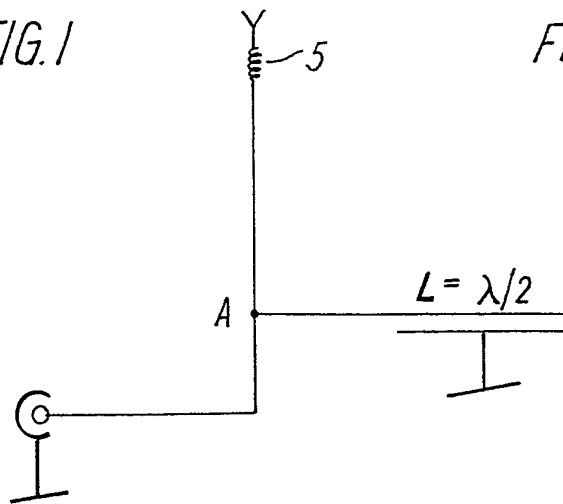


FIG. 3

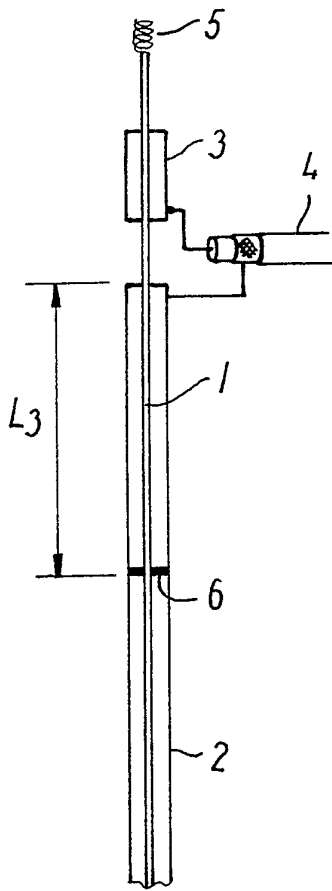


FIG. 4

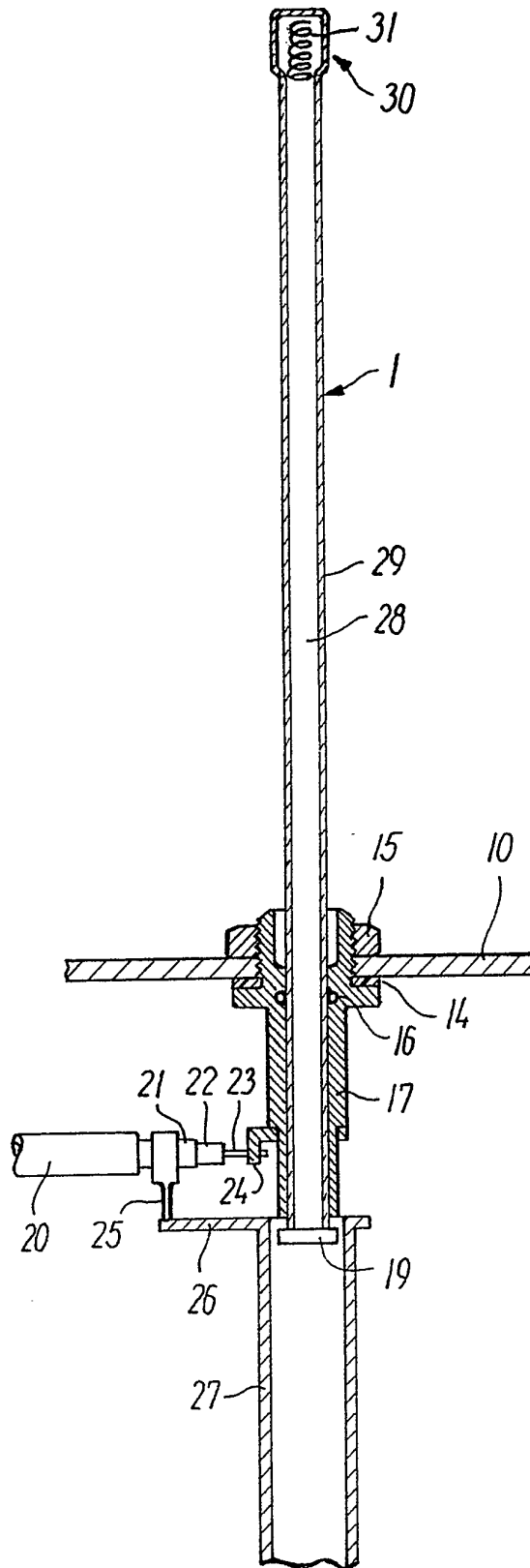


FIG. 5

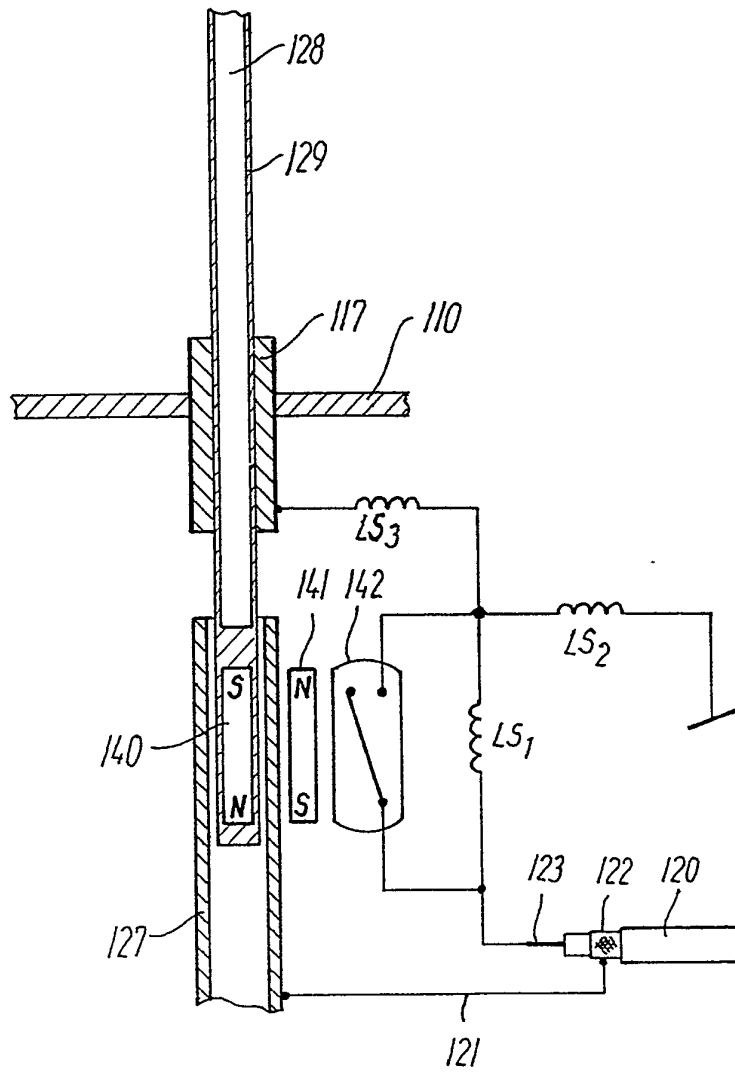


FIG. 6