(19) DANMARK

(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT (11) 150862 B

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET

(21) Patentansøgning nr.: 2815/82

(51) Int.Cl.[4] G 01 B 7/12

(22) Indleveringsdag: 23 jun 1982

(41) Alm. tilgængelig: 07 jan 1983

(44) Fremlagt: 06 jul 1987

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 06 jul 1981 IT 67936/81

(71) Ansøger: *CSELT - CENTRO STUDI E LABORATORI TELECOMMUNICAZIONI S.P.A.; Via Guglielmo Reiss Romoli; 274; 10148 Torino, IT

(72) Opfinder: Giorgio *Grego; IT

(74) Fuldmægtig: Firmaet Chas. Hude

(54) Apparat til måling af diameteren af optiske fibre

(56) Fremdragne publikationer

DE off. g. skrift nr. 3039561

(57) Sammendrag:

Diameteren af en optisk fiber (1), som trækkes, og eventuelle ændringer af en sådan diameter måles ved at lade fiberen passere mellem to parallelle plader (6,7) i en kondensator og ved at detektere kapacitetsvariationerne på grund af variationerne af dielektricitetskonstanten frembragt ved fiberens passage eller ved ændring af diameteren af den pågældende fiber. Passende apparater (9) udleder værdier for diameteren eller diameterens ændring på grundlag af kapacitetsændringerne.

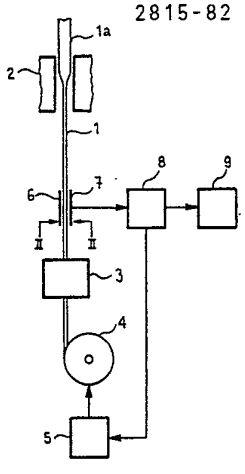


Fig. 1

DK 150862 B

Den foreliggende opfindelse angår et apparat til måling af diameteren af en optisk fiber og omfattende en parallelpladekondensator, der er anbragt langs fibertrækbanen oven for en opviklingstromle, således at fiberen passerer mellem pladekondensatorens to plader, som er forbundet til organer til detektion af kapacitetsændringer i kondensatoren forårsaget af fiberens indføring og af variationer i fiberdiameteren, hvilke kapacitetsændringsdetekterende organer igen er forbundet til organer til beregning af fiberdiameteren eller dens variationer ud fra sådanne kapacitetsændringer.

Det er velkendt, at diameteren af en fiber fremstillet ved fibertrækning skal holdes konstant, eftersom diameterændringer giver anledning til tab både i de individuelle fiberstave og ved splejsninger mellem fiberstavene. Målingen af fiberdiameteren eller dens variationer giver en nyttig styreparameter ved fibertrækningen.

Der kendes allerede flere målemetoder.

En af disse metoder gør brug af en laserstråle, som bevæges frem og tilbage i et plan vinkelret på fiberen og derefter samles af et lysfølsomt element som f.eks. en fotodiode. Diameterens størrelse kan udledes fra kendskabet til strålens bevægelseshastighed og ud fra målingen af formørkelsestiden. Denne metode kræver imidlertid et kostbart apparat og muliggør kun målinger med en opløsning af størrelsesordenen 1 µ, hvilket kan være utilstrækkeligt.

En anden kendt metode består i at fokusere på en diodematrix gennem et konventionelt optisk system (f.eks. et mikroskopobjektiv) med lys udsendt fra en fast kilde. Fiberdiameteren kan derefter udledes af størrelsen af skyggen. Denne metode er velegnet til målinger på allerede producerede fiberstave, f.eks. til laboratorieformål. Under trækningen af fibrene kan variationer i fibrene imidlertid medføre betydelige fejl, således at gentagne målinger og en omfattende signalbehandling er nødvendig for at opnå pålidelige værdier.

Tilsvarende ulemper forekommer, når der anvendes interferensmetoder, eftersom fibersvingningerne forårsager kontinuerlige skift af interferenslinierne og således gør aflæsningen vanskelig. Hertil kommer, at apparatet, som udfører disse målinger, er meget vanskeligt at anvende.

For at styre tykkelsen af garner, strimler, papirbaner eller lignende, især af tekstilmateriale, er der udviklet forskellige systemer, hvori materialet bringes til at passere mellem kondensatorplader, og hvori kapacitetsvariationerne konverteres til spændingsvariationer eller frekvensvariationer, som derefter måles. Eksempler på sådan kendt teknik er beskrevet i de engelske patentskrifter nr. 680.695 og 855.595 og i de amerikanske patentskrifter nr. 2.516.768, 3.221.171 og 3.779.660. Disse kendte systemer har den ulempe, at de kræver kredsløb, som konverterer kapacitetsvariationerne til spændingsvariationer eller til frekvensvariationer, og sådanne konverteringskredsløb er udsat for støj, termisk drift og lignende, som gør målingen upræcis. Endvidere kan de beskrevne apparater slet ikke anvendes til måling af en optisk fiberdiameter, eftersom kapacitetsvariationerne, som skal måles, er så små (f.eks. af størrelsesordenen 10^{-6} pF), at de ikke uden videre kan konverteres til klart genkendelige spændings- eller frekvenssignaler.

Ifølge den foreliggende opfindelse tilvejebringes et apparat af den i indledningen nævnte art, der er ejendommeligt ved, at en af pladerne i kondensatoren består af et elektret, og at de to plader i kondensatoren sammenholdes parallelt af isolerende afstandsstykker placeret langs modstående kanter af pladerne selv. Med den foreslåede opbygning af kondensatoren fås en mekanisk set, særdeles stabil konstruktion, hvilket er af væsentlig betydning for stabiliteten af den elektriske kapacitet og dermed for kapacitetsmålingens anvendelighed som styreparameter for fiberproduktionen. Med apparatet ifølge opfindelsen defineret i krav 1 opnås desuden en direkte måling af spændingen tværs over kondensatoren, og behovet for konverteringskredsløb, som er ødelæggende for målingens præcision, elimineres. Endvidere kan man opnå

højere værdier for forholdet mellem spænding og pladeafstand, hvorved detekteringen af meget små kapacitetsvariationer er mulig uden at anvende ekstremt forfinede og derfor meget kostbare instrumenter. Anvendelsen af elektreter i målesystemer har ganske vist været foreslået, f.eks. i tysk offentliggørelsesskrift nr. 30 39 561. Ingen af de heri beskrevne anvendelser vedrører dog måling på optiske fibre, og opbygningen af et sådant målesystem er ikke beskrevet, ej heller årsagen til at anvende elektretet.

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

fig. 1 skematisk viser et anlæg til trækning af optiske fibre, hvor anlægget er forsynet med et apparatur ifølge opfindelsen til måling af diameteren, og

fig. 2 er et tværsnit i forstørret skala i et plan vinkelret på fiberen gennem linien II-II i fig. 1.

I fig. 1 smeltes et forstadie 1a til en fiber 1 fremstillet på kendt måde i en ovn 2, passerer eventuelt ind i en kappepåføringsstation 3 og vikles op på en tromle 4 drevet af en motor 5. For at måle diameteren af fiberen, som trækkes, og for at styre dens konstans ledes fiberen 1 oven for kappe-påføringsstationen 3 mellem to plader 6, 7 af en parallel-pladekondensator.

Indføringen af en fiber i rummet imellem kondensatorpladerne 6, 7 medfører en ændring i dielektricitetskonstanten cg dermed en kapacitetsændring C, der afhænger af radius a af fiberen ifølge relationen:

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{\pi a^2}{S} \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_0}{\varepsilon_1 + \varepsilon_0} \qquad (1)$$

hvor S er overfladearealet af snittet vinkelret på kondensatorpladerne og på fiberaksen gennem dielektriket mellem de to kondensatorplader, ε_1 er dielektricitetskonstanten for det materiale, fiberen er fremstillet af, ε_0 er dielektricitetskonstanten af mediet (luft eller en anden gasart), som omgiver fiberen i rummet mellem de to kondensatorplader, C er kondensatorkapaciteten, når dielektriket alene er mediet med den dielektriske konstant ε_0.

Ligningen (1) fås ved at løse Laplace' ligning i dielektriket mellem pladerne med passende grænsebetingelser, idet indføringen af fiberen betragtes som en forstyrrelse af feltet mellem pladerne.

Kondensatoren 6, 7 er forbundet til et kapacitetsmåleapparat 8, som er indrettet til at måle værdien af ΔC eller variationerne af en sådan værdi, forårsaget af ændringer i fiberdiameteren. Kapacitetsmåleapparatet 8 kan igen være forbundet til et beregnerudstyr, som opgiver værdier for radius (eller diameter) og er eventuelt forbundet med en skærm (ikke vist), som visuelt giver et indtryk af diameterens opførsel.

Af hensyn til ønsket om at holde fiberdiameteren konstant, kan det kredsløb, der måler kapacitetsændringerne, med fordel indgå i en tilbagekoblingssløjfe til styring af hastigheden af motoren 5, som driver tromlen 4, således at enhver kapacitetsændring fremkaldt af fiberdiameterændringer medfører en ændring af trækhastigheden, således at ændringen udkompenserer sig selv.

Udførelsen af en sådan tilbagekoblingssløjfe er velkendt af fagfolk.

For at måle kapaciteten kan kondensatoren 6,7 være indskudt i en bro, som er i balance, når fiberdiameteren antager den nominelle værdi, eller som afbalanceres ved at anvende en prøvediameter med den specielle, ønskede diameter.

Alternativt kan kondensatoren indskydes i en svingningskreds,

hvis resonansfrekvens afhænger af værdien af kondensatorens kapacitet, og kapaciteten eller kapacitetsændringen kan detekteres som en stødfrekvens mellem frekvensen af den førnævnte svingningskreds og frekvensen af en anden svingningskreds med omtrent den samme resonansfrekvens som den første.

Kondensatoren 6,7 er af den art, der har en konstant ladning, og af den type, hvori en af pladerne, f.eks. pladen 6, består af et elektret som vist i fig. 2, hvor 6b betegner den opladede membran, som er hæftet på det understøttende element 6a. I dette tilfælde er forholdet $\frac{\Delta C}{C}$ lig med $-\frac{\Delta V}{V}$. Målingen af kapacitetsændringen erstattes derved af en måling af spændingsændringer, som er relativt simple. Det ændringsmålende kredsløb kan faktisk være en simpel differentialforstærker.

Den ovennævnte relation er gyldig under forudsætning af, at det elektriske felt i det område, hvori fiberen indføres, er konstant. Dette er let at opnå, hvis overfladen S er stor i forhold til fiberens radius. Hvis man f.eks. antager, at en sådan radius sædvanligvis er ca. 100 µ, kan pladesiderne, (idet man for simpelheds skyld antager, at pladerne er rektangulære) være af størrelsesordenen nogle få millimeter.

Med disse pladestørrelser undgår man også, at fibersvingninger under trækningen påvirker kondensatorkapaciteten. Sådanne svingninger kunne bringe fiberen nærmere til pladekanterne. Eftersom svingningsamplituderne i reglen er af størrelsesordenen 1 eller 2 gange diameteren, er de ovennævnte dimensioner for kondensatorpladerne valgt således, at fiberen, når den centreres med hensyn til pladerne selv, ikke kan nå kanterne.

Ved i stedet at anvende en kondensator med ikke rektangulære plader (f.eks. med trekantede, cirkulære, elliptiske... plader) kan kapacitetsændringerne, som indføres ved sådanne svingninger, anvendes til at detektere den øjeblikkelige fiberposition eller kompensere for aflæsningsfejl på grund af forskydningen af fiberen selv.

Betragter man igen eksemplet med rektangulære plader, er sådanne kanter ifølge opfindelsen forbundet med isolerende afstandsstykker 10,11 (fig. 2) f.eks. af teflon, for at undgå oscillationer, som eventuelt kunne bringe fiberen i forbindelse med pladekanterne.

Sådanne afstandsstykker vil også sikre, at pladerne forbliver parallelle, således som det er nødvendigt for anvendelsen af relationen (1) og for at undgå svingninger mellem pladerne indbyrdes, hvilket kunne forårsage sporiøse kapacitetsændringer, som kunne være ødelæggende for målingen.

Afstandsstykkerne 10,11 skal naturligvis have en sådan længde og tykkelse, at udladning af kondensatoren forhindres, idet der tages hensyn til pladepotentialet og den dielektriske styrke eller isoleringsevne af mediet imellem pladerne. Det er helt klart, at afstandsstykket skal være større end den maksimalt anslåede diameter af fiberen. Hvis dielektriket f.eks. er luft, hvilket har en stor isoleringsevne udtrykt ved gennemslagsspændingen, der er af størrelsesordenen 2 kV/mm, vil værdier af kondesatorladningen og pladeafstanden være passende, når de giver et spændings-til-afstandsforhold på ca. 100 V/mm.

P a t e n t k r a v .

1. Apparat til måling af diameteren af en optisk fiber omfattende en parallelpladekondensator (6,7), der er anbragt langs fibertrækbanen oven for en opviklingstromle (4), således at fiberen passerer mellem pladekondensatorens to plader, som er forbundet til organer (8) til detektion af kapacitetsændringerne i kondensatoren forårsaget af fiberens (1) indføring og af fiberdiametervariationerne, hvilke kapacitetsændringsdetekterende organer (8) igen er forbundet til organer (9) til beregning af fiberdiameteren eller dens variationer ud fra sådanne kapacitetsændringer, k e n d e t e g n e t ved,

at en af pladerne i kondensatoren (6,7) består af et elektret (6b), og at de to plader (6,7) i kondensatoren sammenholdes parallelt af isolerende afstandsstykker (10,11) placeret langs modstående kanter af pladerne selv.

2. Apparat ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at organerne (8) til detektion af kapacitetsændringerne er indskudt i en tilbagekoblingssløjfe (8,5,4) til styring af opviklingshastigheden af fiberen (1) på tromlen (4) for at frembringe hastighedsændringer, som kan udligne variationerne i diameteren.

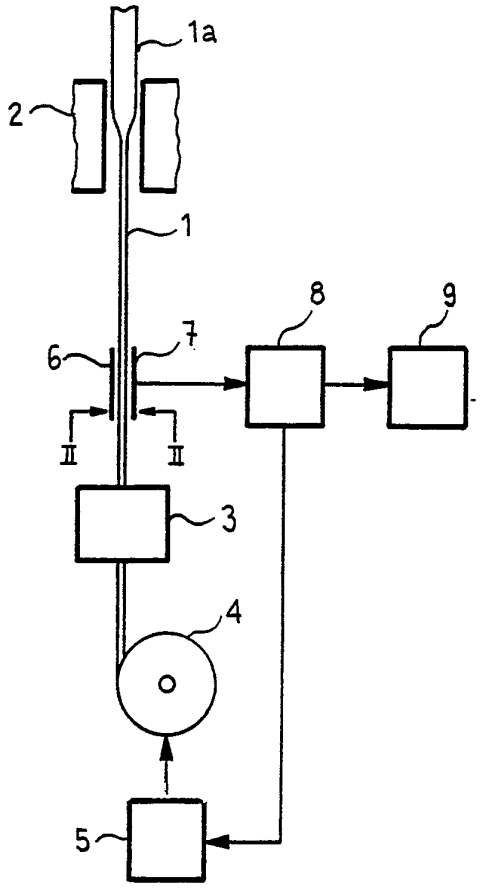


Fig. 1

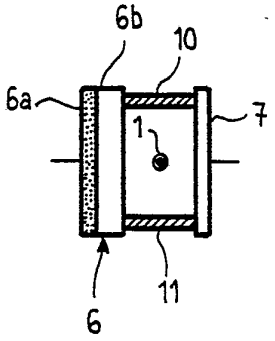


Fig. 2