



Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 4891/88

(51) Int.Cl.5

G 01 H 9/00

(22) Indleveringsdag: 02 sep 1988

(41) Alm. tilgængelig: 04 mar 1989

(45) Patentets meddelelse bkg. den: 12 sep 1994

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 03 sep 1987 US 093301

(73) Patenthaver: *Western Atlas International, Inc.; 10,001 Richmond Avenue; Houston; Texas 77042, US

(72) Opfinder: Thomas J. *Poorman; US

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

(54) Apparat og fremgangsmåde til at detektere en dynamisk parameter ved hjælp af fiberoptik

(56) Fremdragne publikationer

WO offentl.skr.nr. 87/02453

(57) Sammendrag:

4891 - 88

Et optisk fibersensorsystem omfatter en optisk energikilde, f.eks. en laserdiode, der udsender en puls af optisk energi, der transmitteres af en optisk transmissionsvej gennem en optisk energimodulator. En partiel reflektor, som er indeholdt i den optiske transmissionsvej før den optiske energimodulator, reflekterer en del af den optiske energipuls. Den optiske transmissionsvej afsluttes i en optisk reflektor, hvor pulsen reflekteres tilbage gennem den optiske modulator til den partielle reflektor. Den optiske energi, der reflekteres fra den partielle reflektor og fra den afsluttende reflektor, udbreder sig ad samme transmissionsvej fra den partielle reflektor til en fotodetektor og en demodulator, hvor størrelsen af den parameter, der modulerer lysmodulatoren, bestemmes fra den relative størrelse af den reflekterede energi fra den partielle reflektor og fra den afsluttende reflektor.

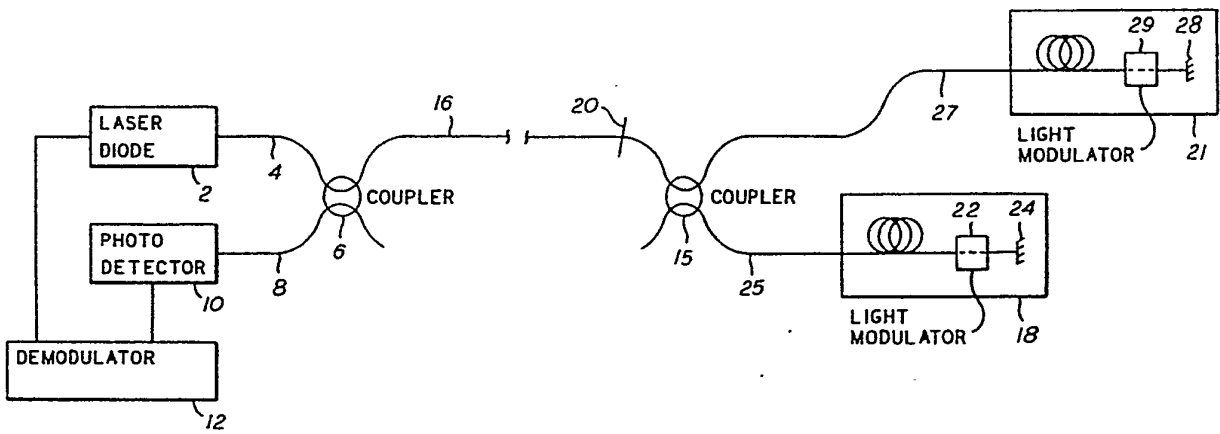


FIG. 1

Opfindelsen angår et apparat til at detektere en dynamisk parameter ved hjælp af fiberoptik og af den i krav 1's indledning angivne art, samt en fremgangsmåde som angivet i krav 8's indledning.

5

Det er kendt at anvende optiske fibre til detektering af lydbølger, temperaturændringer og andre fænomener. Fiberoptiske følesystemer omfatter elementer, hvis egenskaber ændres med tiden, hvorved der introduceres fejl i systemerne, hvis ikke disse indeholder organer til at kompensere for sådanne ændringer. Disse ændringer omfatter variationer i intensiteten af den optiske kilde og variationer af lystransmissionsevnen for den optiske udbredelsesvej.

15

US patent nr. 4 162 397 angiver en fiberoptisk, akustisk sensor til detektering af lydbølger i et flydende medium. En spole af optisk fiber, der transmitterer en lysstråle placeres i det flydende medium. En lydbølge udbreder sig i det flydende medium og falder ind på den optiske fiber-spole, hvis brydningsindeks ændres af lydbølgens trykvariation. Ændringen af brydningsindekset forårsager et faseskift af det transmitterede lys, hvilket faseskift kan detekteres til påvisning af lydbølgen. Dette system omfatter ikke organer til korrektion af sensorsystemet for ændringer med tiden.

25

Artiklen "Fiber Optic Thermometer Using Temperature Dependt Absorption, Broadband Detection, and Time Domain Referencing", af Grigory Adamovsky og Nancy D. Piltch i Applied Optics, 1. dec. 1986, Vol 24 nr. 23, angiver et fiberoptisk termometer. En referencekanal dannes i tidsdomænet. Der anvendes en pulsmoduleret lyskilde og en fiberoptisk sløjfe. Lyspulserne kobles med en 2 x 2 optokobler til en fiberoptisk sløjfe, der indeholder en temperaturprobe. En del af den pulsedede lysenergi forlader sløjfen, når den vender tilbage til 2 x 2 optokobleren og

35

en del udbreder sig rundt i sløjfen igen, og når den vender tilbage til optokobleren, forlader en anden sløjfen. Ved sammenligning af amplituderne af den lysenergi, der forlader sløjfen efter henholdsvis første og anden tur
5 rundt i sløjfen, kan temperaturen bestemmes. Da målingen udføres med to pulser af samme oprindelse, og som udbreder sig ad samme vej, kompenserer systemet i det væsentlige for tidsvarierende parametre. En ulempe er, at hele den fiberoptiske recirkulationssløjfe, der omfatter en
10 sensor, fungerer som et afføgende element.

Artiklen "Loss-Compensation Technique for Fiber-Optic Sensors and its Application to Displacement Measurements" af Glenn Beheim, Applied Optics, 1 februar 1987, vol.
15 26, nr. 3 angiver et system, i hvilket en stråleopdelingsstransducer modulerer den del af det indkomne lys, som den sender og reflekterer, hvilket sker som en funktion af de affølte parametre. Der anvendes et firfiberet optisk forbindelsesled, hvor lys kan ramme transducere
20 fra en vilkårlig retning, og hvor det transmitterede og reflekterede lys måles i hvert enkelt tilfælde. Disse fire signaler behandles til fjernelse af indflydelsen af fiber- og forbindelsestabene.

WO 87/02453 angiver et belastnings- eller deformationsdetekterende system omfattende en kohærent optisk energipulskilde, et flertal af serielt anbragte, optiske fase-modulatorer, en optisk udbredelsesvej for overføring af optisk energi fra kilden til hver modulator, og reflekterende midler ved hver ende af hver modulator til i hvert
30 tilfælde at danne et interferensmønster opstrøms refleksionsmidlerne for en faseafhængighed ved modulationen. For at danne et referencesignal til sammenligning med modulationssignalet, er en referencesensor tilvejebragt, og
35 denne har igen refleksionsmidler ved hver ende til frembringelse af et referenceinterferensmønster. Dette system er afhængig af anvendelsen af kohærent lys og er baseret

på måling af faseændringer.

Nærværende opfindelse er baseret på et koncept, hvormed det er muligt at anvende et enklere system, der ikke er
5 afhængig af en kohærent kilde.

Ifølge et aspekt for opfindelsen er der tilvejebragt et apparat til detektering af en dynamisk parameter ved hjælp af fiberoptiske organer, og omfattende:

10

en optisk pulskilde, en optisk energimodulator, en optisk udbredelsesvej til at transportere optisk energi fra kilden til modulatorens til frembringelse af et modulations-signal, reflektionsorganer til at reflektere dele af den optiske energi og anbragt til at frembringe et reference-signal, samt sammenligningsorganer til at sammenligne referencesignalet med modulationssignalet for at reducere fejl, hvor apparatet udmærker sig ved, at modulatorens er af den art, der modulerer energiampplituden i afhængighed af nævnte parameter, at reflektionsorganerne er udformet, så at en første del af nævnte optisk energi reflekteres med en første, partial reflektor, der er anbragt før modulatorens for at frembringe nævnte referencesignal, og at en anden del af nævnte optisk energi reflekteres med en anden reflektor efter at have passeret gennem den første reflektor og nævnte optiske energimodulator, og at sammenligningsorganerne er anbragt for at detektere størrelsen af den reflekterede første del og den reflekterede anden del af nævnte optisk energipuls efter at have tilbagelagt samme optiske vej fra den første reflektor, og sammenligne nævnte størrelser for at bestemme størrelsen af nævnte dynamiske parameter.

Ifølge et andet aspekt for opfindelsen er der tilvejebragt en fremgangsmåde til at detektere en dynamisk parameter med fiberoptiske midler, og omfattende:

35

afsendelse af en optisk energipuls over en optisk udbredelsesvej indeholdende en optisk energimodulator, der moduleres med nævnte parameter til frembringelse af et modulationssignal, reflektering af dele af den optiske energi med reflektionsorganer, der er indrettet til at frembringe et referencesignal, og sammenligning af referencesignalet med modulationssignalet til at reducere fejl, hvor fremgangsmåden er ejendommelig ved, at modulatoren modulerer energiampplituden i afhængighed af nævnte parameter, hvor den første del af nævnte optiske energi reflekteres med de første, partiale reflektororganer der er anbragt før modulatoren for at tilvejebringe nævnte reference signal, og hvor den anden del af nævnte optiske energi reflekteres med en anden reflektor, efter at have passeret hen om nævnte første reflektor og nævnte optiske energimodulator, hvor størrelserne af den reflekterede første del og den reflekterede anden del af nævnte optiske energi detekteres efter at have tilbagelagt samme optiske vej fra den første reflektor, og at størrelserne sammenlignes for at bestemme størrelsen af nævnte dynamiske parameter.

Ifølge opfindelsen anvendes der amplitudemodulation og amplitudesammenligning mellem et moduleret signal og et referencesignal, hvorved der kan etableres en effektiv kompensation for fejlkilder, såsom temperaturændringer, bøjning af fibrene og elektrooptiske ændringer i den optiske kilde og udbredelsesvej, uden at dette kræver et mere kostbart system, der er afhængig af en kohærent kilde og fasemålinger.

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

fig. 1 viser et blokdiagram af en foretrukken udførelsesform for apparatet ifølge opfindelsen;

fig. 2 viser et diagram over en del af sensorens elektroniske kredsløb, og

fig. 3 viser et diagram over en anden del af sensorens elektroniske kredsløb.

En lyskilde 2, der kan være en laserdiode, afsender en optisk puls gennem en optisk transmissionsvej 4, en optokobler 6 og en optisk transmissionsvej 16. I den foretrukne udførelsesform har pulsen en varighed på 90 ns. En del af den optiske energi reflekteres af en partialreflektor 20. Den resterende optiske energi tilføres gennem en optokobler 15 til to optiske transmissionsveje henholdsvis 25 og 27. Den til den optiske transmissionsvej 25 indkoblede energi udbreder sig gennem en lysmodulator 22 til en reflektor 24, hvor energien reflekteres. Lysenergien koblet af optokobleren 15 til den optiske transmissionsvej 27 udbreder sig gennem en lysmodulator 29, hvorefter den reflekteres af en reflektor 28. Modulatorerne 22 og 29 kan indeholdes i et hus henholdsvis 18 og 21.

De lyspulser, der reflekteres af reflektorerne 20, 24 og 28 udbreder sig tilbage langs de optiske transmissionsveje 16 og 8, indtil de når en detektor 10. Længden af de optiske transmissionsveje mellem den partielle reflektor 20 og reflektoren 24 og mellem den partielle reflektor 20 og reflektoren 28, vælges således, at de returnerede lyspulser fra de tre reflektorer adskilles i tid. I den foretrukne udførelsesform vælges en pulsseparation på 10 ns. Lys tilbagelægger omkring 20 m pr. 100 ns. For at opnå en separation på 10 ns mellem pulser, der reflekteres fra den partielle reflektor 20 og reflektoren 24, hvor pulserne vil have en bredde på 90 ns, vælges envejstransmissionsvejen mellem reflektorerne 20 og 24 til at være 10 m. Tilsvarende vælges envejstransmissionsvejen mellem reflektoren 20 og reflektoren 28 til at være omkring 20

m, hvorved der opnås en separation på 10 ns mellem pulserne, der reflekteres fra reflektorerne 24 og 28.

5 I den foretrukne udførelsesform anvendes to lysmodulatorer, men det er også muligt kun at anvende en eller at anvende flere end to.

10 De tre returnerede pulser detekteres med fotodetektoren 10, der danner elektriske signaler med en amplitude, der svarer til størrelsen af de reflekterede pulser. Disse elektriske pulser samples i demodulatoren 12 til bestemmelse af størrelsen af den modulerende parameter, der af føles med lysmodulatorerne.

15 Udformningen af lysmodulatorerne 22 og 29 er ikke kritisk; lysmodulatorerne kan være mikrobøjningssensorer, gittersensorer eller andre typer sensorer. Systemet ifølge opfindelsen kompenserer for langsomme variationer i systemet ud over den dynamiske parameter, der søges målt.

20 Disse langsomme variationer eller tilstandsændringer omfatter temperaturændringer, bøjning af fiberen og elektrooptiske ændringer af såvel lyskilden som den optiske transmissionsvej. Kompensationen opnås ved at sammenligne størrelsen af signalet, der reflekteres fra den partielle

25 reflektor 20, med størrelsen af signalerne, der reflekteres fra reflektorerne 24 og 28. Da pulserne udbredes gennem samme transmissionsvej, bortset fra afstanden mellem den partielle reflektor 20 og reflektorerne 24 og 28, kompenserer systemet for steady state ændringer op til

30 den partielle reflektor 20. Der vil være en restfejl på grund af ændringer i den optiske transmissionsvej mellem den partielle reflektor 20 og reflektoren 24, samt mellem den partielle reflektor 20 og reflektoren 28, men ændringerne i denne del af vejlængden vil normalt være meget

35 mindre end ændringerne i lyskilden og detektoren, og i transmissionsvejen mellem lyskilden og den partielle reflektor, samt tilbage til detektoren. Den parameter der

skal måles, kan være en trykbølge fra en havseismisk kilde. I sådanne systemer vil lyskilden 2, fotodetektoren 10, demodulatoren 12 og optokobleren 6 normalt være placeret ombord på et undersøgelsesskib, mens den partielle reflektor 20 og optokobleren 15 vil forefindes tæt ved lysmodulatorerne 22 og 29 således, at den optiske transmissionsvej 16 vil være meget længere end de optiske transmissionsveje 25 og 27.

Demodulatoren 12 er en tidsstyre- og samplingsenhed. Den danner et tidsstyresignal, der får laserdioden 2 til at udsende en lyspuls, og styrer samplingskredsløbene til sampling af amplituden på de optiske pulser, der reflekteres fra reflektorerne 20, 24 og 28.

Figurerne 2 og 3 viser detaljer af demodulatorens elektroniske kredsløb. På fig. 2 ses et kredsløb 30 med en dobbelt monostabil multivibrator. Kredsløbet kan omfatte en SN74HC123 Retriggerable Monostable Multivibrator fra Texas Instruments. De to monostabile multivibratoer danner styrepulser til udsendelse af lyspulser til lysmodulatorerne og til detektering af returpulserne. En modstand 36, en kondensator 38, en modstand 40 og en kondensator 42 dimensioneres således, at udgangspulserne fra de to monostabile multivibratoer får den ønskede pulsbredde. En modstand 32 og en kondensator 34 anvendes til at forsinke starten på den første udgangspuls, der følger efter aktiveringen af strømforsyningen, og kan med fordel have en tidskonstant på omkring 1 sekund. Når kondensatoren 34 er ladet op, er terminalerne $1Q$ og $1\bar{Q}$ i stand til at generere en første udgangspuls.

Udgangspulsen fra terminalen $1\bar{Q}$ fra den dobbelte monostabile multivibrator føres til indgangen på en pulsgenerator 46.

Pulsgeneratoren 46 kan omfatte en TTLPGM-40 enhed fra Manby Engineered Components Company. I en foretrukken udførelsesform vælges denne pulsgenerator til at have en udgangspulsbredde på omkring 90 ns. Udgangssignalerne for pulsgeneratoren 46 styrer gateelektroderne på MOSFET-transistorer 48 og 50. Under udgangspulserne med en varighed på 90 ns, leder de to MOSFET-transistorer strøm, der ligeledes løber igennem en laserdiode 2. Lyset fra denne laserdiode, udbreder sig ned langs den optiske transmissionsvej 4 til lysmodulatorerne.

Udgangssignalet fra $2\bar{Q}$ fra det dobbelte monostabile multivibrator kredsløb 30 føres til en pulsgenerator 54. Pulsgeneratoren 54 kan ligeledes omfatte en TTLPGM-40 enhed fra Manby Engineered Components Company. Udgangssignalet fra pulsgeneratoren 54 føres til indgangen på en tidsforsinkelsesenhed 56, hvis udgangssignal igen føres til indgangen på en anden tidsforsinkelsesenhed 58. Begge forsinkelsesenheder 56 og 58 kan være TTLDL250 enheder fra Technitrol Inc. Udgangssignalerne fra pulsgeneratoren 54 og tidsforsinkelsesenhederne 56 og 58 føres via ledninger henholdsvis 59, 66 og 61 til T/HLD terminalerne på affølings- eller track and hold-kredsløb henholdsvis 62, 80 og 92, som det ses i fig. 3. I en foretrukken udførelsesform er pulsbredden på udgangspulserne fra pulsgeneratoren valgt til at være 40 ns. Udgangspulserne fra tidsforsinkelsesenhederne 56 og 58 kan være i hovedsagen identisk med udgangssignalet fra pulsgeneratoren 54, bortset fra at de er forsinket med et forudbestemt tidsinterval. Pulsgeneratoren 54 og tidsforsinkelsesenhederne 56 og 58 konfigureres således, at udgangspulsen på 40 ns er i lav tilstand eller et binært nul. Tidsforsinkelsesintervallet vælges som en funktion af systemets fysiske dimensioner. Tidsstyringen af udgangspulserne fra pulsgeneratoren 54 og tidsforsinkelsesenhederne 56 og 58 vælges således, at det lave niveau på 40 ns tilføres T/HLD terminalerne på affølingskredsløbene henholdsvis 68, 80 og

92, imens de reflekterede lyspulser fra reflektorerne 20, 24 og 28 føres til ANA IN-terminalerne på affølingskredsløbene.

5 Fig. 3 viser detekteringsdelen af demodulatorkredsløbet. Lyspulser returnerer fra reflektorerne 20, 24 og 28 gennem de optiske transmissionsveje 16 og 8, og detekteres af fotodetektoren 10. Det elektriske udgangssignal fra fotodetektoren 10 kobles vekselspændingsmæssigt gennem en kondensator 112 til den analoge indgangsterminal (ANA IN) på affølingskredsløbene henholdsvis 62, 80 og 92. Affølingskredsløbene 62, 80 og 92 kan være en HTC-0500 enhed fra Analog Devices.

15 Mens indgangssignalet på T/HLD-terminalen på affølingskredsløbet er lavt eller binært nul, vil affølingskredsløbet afføle indgangssignalniveauet, der tilføres på ANA IN-terminalen. Når indgangen på T/HLD-terminalen går højt eller bliver binært 1, overføres signalniveauet fra ANA IN-terminalen til UD-terminalen indtil det næste skift til et lavt niveau på T/HLD indgangsterminalen.

Når spændingen tilsluttes systemet og kondensatoren 34, der er forbundet til en ICLR-terminalen på det dobbelte monostabile multivibratorokredsløb 30, oplades til en positiv spænding, hvorved de monostabile multivibratorer klargøres til brug. Som følge af den tilkoblede spænding på indgangen, genereres der et højt pulsniveau (binært en) på 1Q udgangen, samtidig med at der dannes et nul-niveau på $1\bar{Q}$ terminalen. Når udgangssignalet fra terminalen 1Q går tilbage til lavt niveau igen, genereres der en udgangspuls på 2Q- og $2\bar{Q}$ -terminalerne, hvor 2Q-terminalen fremviser en positivt gående puls, mens $2\bar{Q}$ -terminalen fremviser en negativ gående puls. Når udgangssignalet fra 2Q går til lavt niveau, vil udgangssignalet fra 1Q gå til højt niveau, osv. Valg af pulsvarighed afhænger af frekvensen, ved hvilken den modulerende parameter, der

påvirker modulatorerne 22 og 29, ønskes samlet, samt af de optiske pulsers transmissionstid fra lyskilden 2 til reflektorerne 20, 24 og 28 og tilbage til fotodetektoren 110.

5

Ved at detektere bagkanten på den negative puls fra 1Q-terminalen på det monostabile kredsløb 30, udsender puls-generatoren 46 en puls, der får MOSFET-transistorerne 48 og 40 til at lede en strøm. Længden af udgangspulserne fra de to monostabile multivibratorer vælges således, at der er tilstrækkelig tid til, at de optiske pulser kan udbredes til den fjernest liggende reflektor (reflektor 28 i den foretrukne udførelsesform) og tilbage igen, inden den næste optiske puls udsendes.

15

Udgangssignalet fra affølingskredsløbet 62 passerer igennem et lavpasfilter 65, en enhedsforstærker 68 og en forstærker 69. I den foretrukne udførelsesform vælges en modstand 64 og en kondensator 66 således, at filtret 64 har en afskæringsfrekvens på omkring 500 Hz. Tre modstande 70, 71 og 73 vælges således, at forstærkeren 69 har en forstærkning på omkring 6. Tilsvarende passerer udgangssignalerne fra affølingskredsløbene 80 og 92 henholdsvis gennem et lavpasfilter 83, en forstærker 86, en forstærker 87 og et lavpasfilter 95, en forstærker 98, en forstærker 99. Lavpasfiltrene 83 og 95 kan også vælges så de har en afskæringsfrekvens ved omkring 500 Hz, og forstærkerne 87 og 99 kan også have en forstærkning på omkring 6.

30

Det elektriske udgangssignal fra forstærkeren 69 repræsenterer lysenergien reflekteret fra den partielle reflektor 20 og føres til X1-terminalen på to divisionsorganer henholdsvis 74 og 104. Det elektriske udgangssignal fra forstærkeren 87 repræsenterer den optiske lysenergi reflekteret fra reflektoren 24 og føres til Z2-terminalen på et divisionsorgan 74, og det elektriske udgangssignal fra

35

forstærkeren 99 repræsenterer den optiske lysenergi reflekteret fra reflektoren 28 og føres til Z2-terminalen på et divisionsorgan 104.

5 Divisionsorganerne 74 og 104 kan være AD535-enheder fra Analog Devices og er i den foretrukne udførelsesform opbygget således, at de ved samme signalamplitude på indgangene X1 og Z2, vil tilvejebringe et udgangssignal på +10 volt, og hvis indgangssignalet på X1-terminalen er
10 dobbelt så stort som indgangssignalet på Z2-terminalen, vil udgangssignalet have en amplitude på +5 volt, osv.

Forstærkerne 79 og 105 er inverterende differentialforstærkere, med en forstærkning på 1. Hvis udgangssignalerne fra divisionsorganerne 74 og 104 er +10 volt, vil udgangssignalet fra forstærkerne henholdsvis 79 og 105, for
15 begges vedkommende være 0 volt.

Affølingskredsløbene 62, 80 og 92 omfatter en offset justeringsterminal (OFF ADJ), med hvilken der kan justeres for enhver jævnspændingsforskydning i systemet. Ved at ændre stillingerne af de variable modstande 120, 122 og 124, kan systemet justeres således, at udgangssignalet fra forstærkerne 79 og 105 vil være 0, når der ikke er
20 noget signal til stede på lysmodulatorerne 22 og 29. To modstande 91 og 101 i forstærkerkredsløbene 87 og 99, kan med fordel være variable modstande, hvorved systemet kan kalibreres. Størrelsen af modstandene 91 og 101 varieres for at opnå et ønsket udgangssignal fra forstærkerne 97
25 og 105, når et kendt signalniveau tilføres modulatorerne 22 og 29. Systemets forstærkning kan kalibreres med modstandene 91 og 101, der varierer forstærkningen af forstærkerne 87 og 99. Kalibreringen kan udføres ved at ud-
30 sætte lysmodulatorerne 22 og 29 for en kendt påvirkning og samtidig justere størrelsen af modstandene 91 og 101, indtil det ønskede udgangssignal opnås fra forstærkerne
35 79 og 105.

En første delvis reflekterende grænseflade er anbragt tæt ved, men foran en lysmodulator. Bestemmelse af parameteren, der modulerer lysmodulatorerne, udføres ved, at størrelsen af den reflekterede lysenergi fra den første

5 partielle reflektor sammenlignes med størrelsen af den reflekterede lysenergi fra en bagved lysmodulatorens anbragt reflektor. I den foretrukne udførelsesform angiver udgangssignalet fra divisionsorganet 74 forholdet mellem den optiske lysenergi, der transmitteres igennem modula-

10 toren 29, og den optiske energi, der reflekteres fra den partielle reflektor 20. Tilsvarende angiver udgangssignalet for divisionsorganet 104 forholdet mellem den optiske lysenergi, der transmitteres igennem modulatorens 22, i forhold til den optiske lysenergi, der reflekteres fra

15 den partielle reflektor 20. Da alle reflekterede lyspulser i hovedsagen vil udvise samme variationer, ud over de variationer, der påtrykkes lysmodulatorens, kan der foretages en præcis måling af de variationer af parameteren, der søges bestemt.

20

25

30

35

P a t e n t k r a v:

1. Apparat til detektering af en dynamisk parameter ved
5 hjælp af fiberoptiske organer, og omfattende:

10 en optisk pulskilde (2), en optisk energimodulator (29),
en optisk udbredelsesvej (4, 16, 27) til at transportere
optisk energi fra kilden (2) til modulatorens (29) til
frembringelse af et modulationssignal, refleksionsorganer
(20, 24) til at reflektere dele af den optiske energi og
anbragt til at frembringe et referencesignal, samt sam-
menligningsorganer (10, 12) til at sammenligne reference-
signalet med modulationssignalet for at reducere fejl,

15

k e n d e t e g n e t ved, at modulatorens (29) er af den
art, der modulerer energiampplituden i afhængighed af
nævnte parameter, at refleksionsorganerne er udformet, så
at en første del af nævnte optisk energi reflekteres med
20 en første, partial reflektor (20), der er anbragt før mo-
dulatorens (29) for at frembringe nævnte referencesignal,
og at en anden del af nævnte optisk energi reflekteres
med en anden reflektor (28) efter at have passeret gennem
den første reflektor (20) og nævnte optiske energimodula-
25 tor (29), og at sammenligningsorganerne (10, 12) er an-
bragt for at detektere størrelsen af den reflekterede
første del og den reflekterede anden del af nævnte optisk
energiimpuls efter at have tilbagelagt samme optiske vej
(16, 8) fra den første reflektor (20), og sammenligne
30 nævnte størrelser for at bestemme størrelsen af nævnte
dynamiske parameter.

2. Apparat ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at
nævnte samme optiske vej omfatter en del (16) af den op-
35 tiske transmissionsvej og en anden optisk udbredelsesvej
(8) til at overføre optisk energi fra nævnte del (16) til
sammenligningsorganerne (10, 12).

3. Apparat ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte samme optiske vej omfatter en del (16) af transmissionsvejen, der er beliggende før den første reflektor (20) og nævnte del (2) har en udstrækning, der er
5 mange gange større end længden af vejen (25) fra den første til den anden reflektor.
4. Apparat ifølge krav 1, 2 eller 3, k e n d e t e g -
n e t ved, at den optiske energimodulator (29) er ind-
10 rettet til at afføle trykbølgen fra en maritim, sejsmisk kilde.
5. Apparat ifølge et vilkårligt af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at omfatte en anden, optisk
15 energimodulator (22), en optokobler (15) for kobling af en del af nævnte optiske energipuls til den første modulator (29), samt en del af nævnte optiske energipuls til nævnte anden modulator (22), og at en tredje optisk reflektor (24) er indrettet til at reflektere optisk energi
20 tilbage fra den anden modulator (22) imod kilden (2), når sammenligningsorganerne (10, 12) danner signaler, der repræsenterer parametrene, der modulerer begge modulatorer, hvilket sker i afhængighed af den optiske energi reflekteret med alle tre reflektorer.
- 25 6. Apparat ifølge et vilkårligt af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at sammenligningsorganerne (10, 12) omfatter en fotodetektor (10) og en demodulator (12) for i afhængighed af udgangssignalet fra fotodetek-
30 toren (10) at danne signaler, der repræsenterer parametren eller parametrene, der modulerer modulatoren eller modulatorerne (22, 29).
7. Apparat ifølge et vilkårligt af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at kilden er indrettet til at
35 udsende impuls af optisk, hvis varighed sammen med længden af den optiske udbredelsesvej frem og tilbage mellem

den første reflektor (20) og den anden reflektor via modulatoren (22, 29) er valgt således, at pulserne fra reflektorerne ved sammenligningsorganerne vil være adskilt i tid.

5

8. Fremgangsmåde til at detektere en dynamisk parameter med fiberoptiske midler, og omfattende:

10 afsendelse af en optisk energipuls over en optisk udbredelsesvej (4, 16, 27) indeholdende en optisk energimodulator (29), der moduleres med nævnte parameter til frembringelse af et modulationssignal, reflektering af dele af den optiske energi med reflektionsorganer, der er indrettet til at frembringe et referencesignal, og sammenligning af referencesignalet med modulationssignalet til
15 at reducere fejl, k e n d e t e g n e t ved, at modulatorens (29) modulerer energiampplituden i afhængighed af nævnte parameter, hvor den første del af nævnte optiske energi reflekteres med de første, partiale reflektororganer (20) der er anbragt før modulatorens (29) for at tilvejebringe nævnte referencesignal, og hvor den anden del af nævnte optiske energi reflekteres med en anden reflektor (28), efter at have passeret hen om nævnte første reflektor og nævnte optiske energimodulator, hvor størrelserne af den reflekterede første del og den reflekterede
20 anden del af nævnte optiske energi detekteres efter at have tilbagelagt samme optiske vej fra den første reflektor, og at størrelserne sammenlignes for at bestemme størrelsen af nævnte dynamiske parameter.

30

9. Fremgangsmåde ifølge krav 8, k e n d e t e g n e t ved, at der vælges en varighed for nævnte optiske energipuls og en længde af en optisk udbredelsesvej fra den første reflektor (20) til den anden reflektor (28), så at
35 den optiske energi, der er reflekteret af den første reflektor og den anden reflektor vil være adskilt i tid, når nævnte energi når sammenligningsorganerne.

10. Fremgangsmåde ifølge krav 8 eller 9 til detektering af et flertal af modulerende parametre, k e n d e t e g - n e t ved, at omfatte indkobling af en del af den optiske energi af pulsen ind i et flertal af udbredelsesveje
5 for at føre den optiske energi gennem respektive optiske modulatorer og afsluttet i respektive optiske reflektorer, hvor hver afsluttende reflektor reflekterer optisk energi, der når reflektoren, hvor sammenligningstrinnet omfatter detektering af den optiske energi reflekteret
10 med nævnte første reflektor og hver af nævnte afsluttende reflektorer og sammenligning af størrelsen af den optiske energi reflekteret af nævnte første reflektor med størrelsen af den optiske energi reflekteret af mindst én af nævnte afsluttende reflektorer til bestemmelse af mindst
15 én af nævnte modulationsparametre.

11. Fremgangsmåde ifølge krav 10, k e n d e t e g n e t ved, at hver af nævnte flertal af udbredelsesveje har en forskellig længde, og at varigheden af nævnte puls overført fra kilden og længderne af nævnte flertal af veje er
20 valgt således, at den optiske energi reflekteret fra nævnte første reflektor, og den optiske energi reflekteret fra hver af nævnte afsluttende reflektorer vil være adskilt i tid ved returnering over nævnte samme udbredelsesvej.
25

30

35

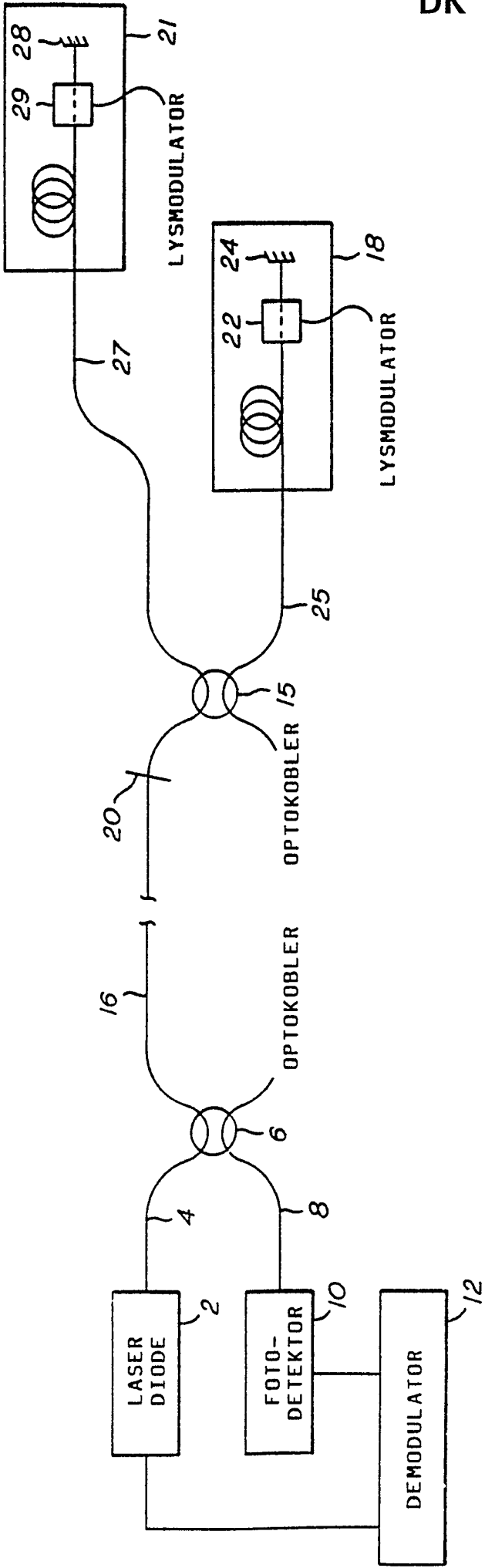


FIG. 1

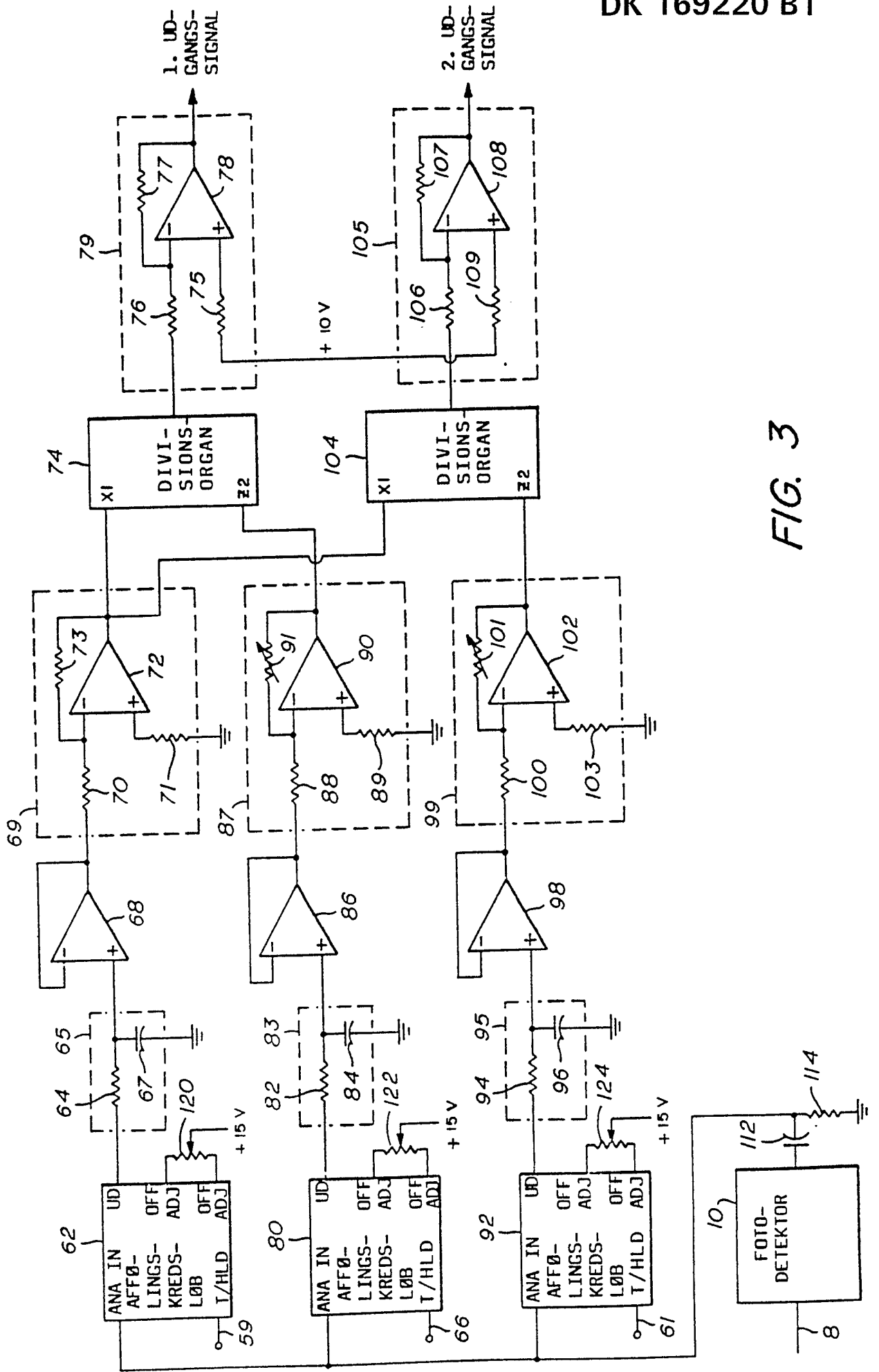


FIG. 3