NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO (11) **308499** (13) B1

(51) Int Cl[7] H 04 B 10/16, 10/12, H 04 J 14/00

Patentstyret

(21) Søknadsnr	19912327	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	1991.06.17		
(24) Løpedag	1991.06.17	(85) Videreføringsdag	
(41) Alm. tilgj.	1991.12.20	(30) Prioritet	1990.06.19, JP, 161077/90
(45) Meddelt dato	2000.09.18		

(71) Patenthaver Sumitomo Electric Industries Ltd,
5-33, Kitahama 4-chome, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 541, JP
Nippon Telegraph & Telephone Corp,
1-6, Uchisaiwai-cho 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo, JP

(72) Oppfinner Masayuki Shigematsu, Yokohama-shi, Kanagawa, JP
Kohji Nakazao, Yokohama-shi, Kanagawa, JP
Izumi Sankawa, Moto-shi, Ibaraki, JP

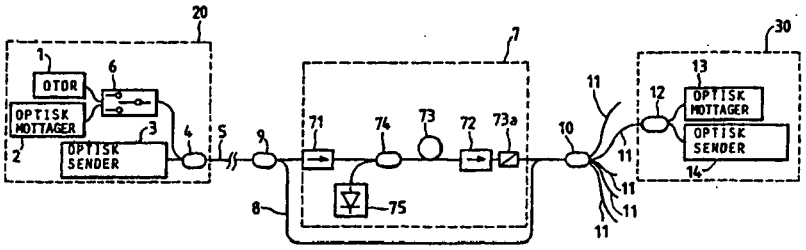
(74) Fullmektig J.K. Thorsens Patentbureau AS, 0134 Oslo

(54) Benevnelse **Optisk kommunikasjonssystem med utstyr for optisk forsterkning og utstyr for overvåking av driftstilstanden**

(56) Anførte publikasjoner JP A 5991745

(57) Sammendrag

Optisk kommunikasjonssystem for signaloverføring i to motsatte retninger omfatter en første optisk fiber (5) som er oppdelt i flere deler, som hver har en første og en annen ende. En optisk forsterker (7) for å forsterke optiske signaler som overføres i en første retning, er innkoblet mellom en første og en annen del av den første optiske fiber (5). En annen optisk fiber (8), som også er koblet til nevnte første og annen del, er anordnet for forbikobling av den optiske forsterker (7) og for overføring av optiske signaler i en annen retning som er motsatt den første retning. Et første optisk signalgenerator-apparat (20) er koblet til den første del av den første optiske fiber (5) og frembringer optiske signaler som overføres i den første retning til et optisk mottagerapparat (30) som er koblet til den annen del av den første optiske fiber. En annen optisk signalgenerator (14) er anordnet i det optiske mottagerapparat (30) for å frembringe optiske signaler for overføring i den annen retning til det første optiske signalgeneratorapparat (20). En annen optisk mottager (2) og en overvåkningsinnretning (1) som begge inngår i det første optiske signalgenerator-apparat (20), mottar de optiske signaler som overføres i den annen retning og er innrettet for å overvåke forskjellige driftstilstander i det optiske kommunikasjonssystem.


20
1
OTDR
6
OPTISK MOTTAGER
3
2
OPTISK SENDER
4
5
9
8
7
71
74
73
72
73a
75
10
11
11
11
11
11
30
13
12
OPTISK MOTTAGER
OPTISK SENDER
14

Foreliggende oppfinnelse angår optiske kommunikasjonssystemer. Særlig fremskaffer oppfinnelsen en ny utforming av optiske kommunikasjonssystemer som omfatter en optisk transmisjonslinje bestående av optiske fibre og forsterkere for fiberoptiske signaler.

Optiske kommunikasjonssystemer som utnytter en optisk fiber som signalkommunikasjonslinje er tidligere blitt utviklet. Disse systemer har sin fordel i lave tap og gode bredbåndsegenskaper for den optiske fiber. Med hensyn til bruk av optiske fibre i kommunikasjonssystemer er derfor forskjellige teknologier og anvendelser blitt studert, slik som overføringssystemer for koherent lys, utstyr for intensitetsmodulasjon og direkte deteksjon, osv.

En teknologi som nylig er blitt studert, er en fiberoptisk forsterker som utnytter en forsterkningsvirkning for en Er-tilsatt optisk fiber (erbium-tilsats) eller lignende. En Er-tilsatt optisk fiber fremstilles ved doping av et vandig fiberoptisk material med den sjeldne jordart erbium. En slik fiberoptisk forsterker har flere gunstige kjennetegn, slik som høy forsterkning, lavt innskuddstap, ingen polariseringsavhengighet, lav støy og høy metningsutgang, osv. Et ikke gjentatt overføringsforsøk med gunstig utgang utført på denne forsterkertype førte til en bittakt på 1,8 Gb/sek. over en avstand på 212 km (The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers of Japan: "Light Communication System Study Society OCS 89-3" (K. Hagimoto m.fl., PD 15, Optical Fiber Communication Conference 1989)). Videre er anvendelse av forsterkeren i samvirke med en optisk transmisjonslinje i et system med flere uavhengige mottagere (kabel-TV-abonnenter) blitt vurdert (The Institute of Television Engineering of Japan: "Technical Report 1989" (K. Kikushima m.fl., PD 22, Optical Fiber Communication Conference 1990)). I sin alminnelighet ventes utvikling av fiberoptiske forsterkere å bidra sterkt til forbedring av fremtidige optiske kommunikasjonssystemer.

Fig. 4 er et skjematisk koblingsskjema for en grunnleggende utforming av en fiberoptisk forsterker som utnytter en Er-tilsatt optisk fiber i henhold til tidligere kjent teknikk.

Den fiberoptiske forsterker 210 (omgitt av stiplet linje i fig. 4) omfatter en optisk fiber 31 med en inngang forbundet med en optisk sender 200, mens en optisk fiber 32 på utgangssiden er forbundet med en optisk mottager 202, og hvor en Er-tilsatt optisk fiber 35 er koblet inn mellom de optiske fibre 31 og 32 over optiske isolatorer 33 og 34. En pumpelyskilde 36 er sammenkoblet med den Er-tilsatte optiske fiber 35 over en multi-

pleksende lyskobler 36a. For å eliminere pumpelys og ASE (Amplified Spontaneous Emission) fra en optisk overføringslinje, er et filter 35a innskutt mellom den optiske isolator 34 og den optiske fiber 32.

De optiske isolatorer 33 og 34 er optiske enveiselementer som overfører lys i bare den ene retning. De optiske isolatorer 33 og 34 undertrykker lasersvingningene i den Er-tilsatte optiske fiber 35. I dette system hindres således alle optiske signaler fra å forplantes til senderen fra mottageren ved hjelp av de optiske isolatorer 33 og 34.

I praktisk drift av det optiske kommunikasjonssystem kan det imidlertid være nødvendig med dobbeltrettet optisk signaloverføring gjennom en eneste fiberoptisk linje, eller å overvåke tilstanden av en optisk overføringslinje ved bruk av et optisk tidsdomene-reflektometer (OTDR). Ved å overvåke det spredt tilbakekastede Rayleigh-lys som frembringes i den optiske fiber i endeområdet av fiberen, kan OTDR påvise forskjellige feiltilstander (dvs. utkoblinger) som kan opptre i hvilken som helst del av fiberen.

Fig. 5 er et skjematisk koblingsskjema av et utførelseeksempel på et optisk kommunikasjonssystem med en fiberoptisk forsterker som omfatter en Er-tilsatt fiber i henhold til tidligere kjent teknikk. Et optisk signal sendes ut fra en sentralstasjon 400 over en fiberoptisk forsterker 410 til en abonnent 420.

En OTDR 41 og en optisk sender 42 er anordnet i sentralstasjonen 400. OTDR 41 og den optiske sender 42 er koblet til en optisk fiber 44 gjennom en felles multipleksende lyskobler 43. Den optiske fiber 44 gjør tjeneste som transmisjonsledning og er koblet til en Er-tilsatt optisk fiber 46 gjennom en optisk isolator 45, og ytterenden av den Er-tilsatte optiske fiber 46 er forbundet med en inngangsport for en stjernekobler 48 gjennom en optisk isolator 47. En utgangsport for stjernekobleren 48 er forbundet med flere optiske fibre 49a, som hver er tilsluttet en mottager 49. I praksis er den optiske isolator 45 forbundet med den Er-tilsatte optiske fiber 46 gjennom en multipleksende lyskobler 46a, som er innrettet for å avgi pumpet laserlys frembragt av en halvlederlaser 46b til den Er-tilsatte optiske fiber 46. I tillegg er et filter 46c innskutt etter den optiske isolator 47 og stjernekobleren 48.

Et optisk signal som sendes ut fra sentralen 400, f.eks. i 1,55 µm-båndet, blir forsterket i den Er-tilsatte optiske fiber 46, som eksiteres av en halvlederlaser i 1,48 µm-båndet, og avgir da utgangssignal til hver mottager 49 gjennom stjernekobleren 48 og de optiske

fibre 49a. Ved å utnytte OTDR 41 som er montert med en halvlederlaser, f.eks. i 1,31 µm-båndområdet, vil det være mulig å overvåke tilstanden av den optiske fiber fra sentralen 400.

Da imidlertid de optiske isolatorer i dette optiske kommunikasjonssystem er innskutt i den optiske transmisjonslinje som utgjøres av den optiske fiber 44, den Er-tilsatte optiske fiber 46 og stjernekobleren 48, vil det være mulig å overføre et optisk signal fra en mottager 49 til sentralen 400. På lignende måte er det område som kan overvåkes av OTDR 41, i tillegg begrenset til avsnittet A fra sentralen 400 til den optiske isolator 45.

Det er derfor et formål for foreliggende oppfinnelse å frembringe et fiberoptisk kommunikasjonssystem med en fiberoptisk forsterker, og som tillater dobbeltrettet optisk signaloverføring mellom en sender og en mottager. Det er et ytterligere formål for foreliggende oppfinnelse å gjøre det mulig å overvåke tilstanden av de optiske fibre i hele systemet fra en sentralstasjon.

For å oppnå det ovenfor angitte formål, foreslås det således med foreliggende oppfinnelse et optisk kommunikasjonssystem som omfatter:

- et første optisk fiberutstyr for å overføre optiske signaler i en første retning og som består av flere deler, som hver har en første og en andre ende,
- et forsterkerutstyr koblet mellom en første dels andre ende og en andre dels første ende av det første optiske fiberutstyr, for å forsterke optiske signaler for overføring i den første retning,
- et senderutstyr forbundet med den første ende av den første del av det første optiske fiberutsty, for å avgi til det første optiske fiberutstyr optiske signaler for overføring i den første retning,
- et første mottagerutstyr forbundet med den andre ende av den andre del av det første optiske fiberutstyr, for å motta optiske signaler overført i den første retning, og
- et første overvåkerutstyr for å overvåke driftstilstanden av det første optiske fiberutstyr.

På denne bakgrunn av prinsipielt kjent teknikk, særlig fra publikasjonen JP 59-91745 (A), har da det optiske kommunikasjonssystem i henhold til oppfinnelsen som særtrekk at det også omfatter:

- et andre optisk fiberutstyr for å overføre de optiske signaler i en annen retning som hovedsakelig er motsatt den første retning, idet dette andre optiske fiberutstyr har en

første ende forbundet med den første del, og en andre ende forbundet med den andre del av det første optiske fiberutstyr, slik at det andre optiske fiberutstyr danner en forbikobling av nevnte forsterkerutstyr,

- et tredje optisk fiberutstyr for å forbinde en mateinnretning for pumpelys med en forsterkende, optisk fiber i nevnte forsterkerutstyr, idet dette tredje optiske fiberutstyr har en første ende forbundet med mateinnretningen og en andre ende forbundet med nevnte forsterkende, optiske fiber,
- et andre overvåkerutstyr for å overvåke driftstilstanden av det tredje optiske fiberutstyr,
- et andre mottagerutstyr for å motta optiske signaler forsterket av nevnte forsterkerutstyr og for å overvåke driftstilstanden av forsterkerutstyret i samsvar med nevnte forsterkede, optiske signaler, og
- en første omkoblerinnretning for selektivt å koble det andre overvåkerutstyr eller det andre mottagerutstyr til det tredje optiske fiberutstyrs første ende,

idet det første overvåkerutstyr er innrettet for også å overvåke driftstilstanden av det andre optiske fiberutstyr.

Fordelaktige utførelser av oppfinnelsen er angitt i de øvrige vedføyde patentkrav, og i henhold til en utførelse av oppfinnelsen er det foreslått en ny oppbygning av et optisk kommunikasjonssystem, som da omfatter en fiberoptisk linje koblet til en fiberoptisk forsterker, slik som en Er-tilsatt optisk fiber eller lignende, samt en optisk overføringslinje som er koblet forbi den fiberoptiske forsterker for derved å opprette dobbeltrettet signaloverføring og tillate spredt tilbakekastet lys å forplantes i retning mot senderen.

Dette optiske kommunikasjonssystem utnytter den optiske fiber som en optisk signaloverføringslinje. Denne fiberoptiske linje omfatter en todelt optisk stamlinjefiber, hvor hver del har en første og andre klemme. En kontaktklemme for den første del er koblet til en sentral. Den fiberoptiske forsterker har første og andre klemmer med hver sin tilkoblet optisk isolator. Den andre klemme for den første del av den optiske stamlinjefiber er forbundet med den optiske isolator som er tilkoblet den første kontaktklemme for den fiberoptiske forsterker, mens den første kontaktklemme for den andre del av den optiske stamlinjefiber er forbundet med den optiske isolator som er tilsluttet den andre klemme for den fiberoptiske forsterker.

Det optiske kommunikasjonssystem kan videre omfatte optiske abonnentfibre. Hver optisk abonnentfiber har en inngangsklemme forbundet med den andre kontaktklemme

for den andre del av stamlinjefiberen samt en endeklemme koblet til en tilsvarende mottager.

Den forbiførte optiske transmisjonslinje utgjøres av en optisk fiber med en første og andre kontaktklemme. Den første klemme for den forbiførte optiske transmisjonslinje i form av optisk fiber er forbundet med både den første del av den optiske stamlinjefiber og den optiske isolator som er koblet til den første klemme for den fiberoptiske forsterker gjennom en første multipleksende/demultipleksende lyskobler. Den andre klemme for den forbiførte lysoverføringslinjes optiske fiber er tilsluttet både den andre del av den optiske stamlinjefiber og den optiske isolator som er tilsluttet den andre kontaktklemme for den fiberoptiske forsterker gjennom en andre multipleksende/demultipleksende lyskobler.

Det viktigste særtrekk ved det optiske kommunikasjonssystem i henhold til foreliggende oppfinnelse er at den forbiførte optiske transmisjonslinje ligger i parallell med den fiberoptiske forsterker og således tillater optiske signaler å forplante seg fra abonnenten tilbake til sentralen.

I en vanlig fiberoptisk linje som utnytter en fiberoptisk forsterker, er det blitt anvendt optiske isolatorer som er enveiselementer, for derved å hindre svingninger i den fiberoptiske forsterker. Optiske signaler hindres derfor fra å forplante seg i en retning som er forskjellig fra en forutbestemt signaloverføringsretning. I praksis kan det imidlertid bli nødvendig å sende signaler fra abonnenten til sentralen eller å overvåke tilstanden av den optiske transmisjonslinje i sin helhet. I dette tilfelle er det umulig å benytte en optisk transmisjonslinje som benytter en optisk transmisjonsforsterker.

I det optiske kommunikasjonssystem i henhold til foreliggende oppfinnelse er en fiberoptisk linje ført forbi den fiberoptiske forsterker og de optiske isolatorer som er anordnet på hver sin side av den optiske forsterker. Et optisk signal som forplanter seg fra abonnenten til sentralen vil således vandre gjennom denne forbiførte fiberoptiske linje. I dette system er da dobbeltrettet optisk signaloverføring mulig og OTDR er tilgjengelig for å overvåke hele den fiberoptiske linje. Da dobbeltrettet signaloverføring kan finne sted vil det videre være mulig å påvise signallinjefeil på de enkelte abonnentlinjer som forgrener seg ut fra en stjernekobler eller lignende. For å utføre denne funksjon er forutbestemte adresser tildelt hver av mottagerne på forhånd, og et anropssignal er lagt til et avsnitt av et optisk signal som sendes ut fra sentralen. Det er da mulig å påvise

når et anropssignal med hell er nådd frem til abonnenten, og hvis en abonnent da ikke har frembragt noe svar på anropssignalet, antas feil å foreligge i den fiberoptiske linje til abonnenten som ikke har avgitt noe svar.

Hvis pumpelyset er tilført fra sentralen ved anvendelse av en andre optisk fiber, er det i tillegg også mulig å overvåke driftsforholdene for den fiberoptiske forsterker gjennom denne uavhengige optiske fiber for pumping. Dette vil si at en grenkobler er innskutt etter den andre kontaktklemme for den fiberoptiske forsterker, for derved å tappe ut et forsterket signal og føre det uttappede signal tilbake til sentralen gjennom den ovenfor nevnte uavhengige optiske fiber. Det er derfor mulig å overvåke driftsforholdene for både den fiberoptiske forsterker og den fiberoptiske linje som anvendes for kommunikasjon. Denne overvåkning av den fiberoptiske forsterker kan ikke bare anvendes for å påvise feil ved forsterkeren, men også å stabilisere signalkvaliteten etter signalnivået som overføres til en abonnent.

I henhold til den ovenfor nevnte oppbygning av det optiske kommunikasjonssystem i henhold til foreliggende oppfinnelse, er i tillegg systemet lett å bygge opp og vedlikeholde samt i høy grad pålitelig, da såvel den fiberoptiske linje og den fiberoptiske forsterker utgjøres av passive elementer.

Skjønt foreliggende oppfinnelse nå vil bli beskrevet i detalj, er denne omtale ikke ment å begrense oppfinnelsens tekniske omfang, men bare å angi utførelseeksempler av oppfinnelsen under henvisning til de vedføyde tegninger, på hvilke:

Fig. 1(a) viser et eksempel på en grunnleggende utforming av det optiske kommunikasjonssystem i henhold til foreliggende oppfinnelse,

fig. 1(b) er et skjematisk koblingsskjema for en annen utførelse av den sendende stasjon i det optiske kommunikasjonssystem som er vist i fig. 1(a),

fig. 2 viser skjematisk en ytterligere utførelse av det optiske kommunikasjonssystem i henhold til foreliggende oppfinnelse,

fig. 3(a) viser skjematisk et annet utførelseeksempel på utformingen av det optiske kommunikasjonsystem i henhold til oppfinnelsen,

fig. 3(b) er et koblingsskjema som forklarer funksjonen av den optiske sirkulator som anvendes i det optiske kommunikasjonssystem som er vist i fig. 3(a),

fig. 4 viser skjematisk den grunnleggende oppbygning av en fiberoptisk forsterker i henhold til tidligere kjent teknikk, og

fig. 5 er et koblingsskjema av en typisk utforming av et vanlig optisk kommunikasjonssystem opprettet ved bruk av en fiberoptisk transmisjonslinje med en fiberoptisk forsterker i henhold til tidligere kjent teknikk.

Fig. 1(a) er et koblingsskjema av den grunnleggende utforming av det optiske kommunikasjonsstem i henhold til foreliggende oppfinnelse.

Som vist i fig. 1(a) omfatter dette optiske kommunikasjonssystem en OTDR 1, en optisk mottager 2 og en optisk sender 3 som er gruppert sammen i en sentral 20. Den optiske sender er videre koblet til en multipleksende/demultipleksende lyskobler 4. OTDR 1 og den optiske mottager 2 er hver for seg koblet til den multipleksende/demultipleksende lyskobler 4 gjennom den optiske bryter 6. En optisk stamlinjefiber 5 er oppdelt i en første og andre del, som hver har første og andre kontaktklemme, og den multipleksende/demultipleksende lyskobler 4 er forbundet med den første klemme for den første del av den optiske stamlinjefiber 5.

En fiberoptisk forsterker 7 omfatter en Er-tilsatt optisk fiber 73 med første og andre kontaktklemme. Optiske isolatorer 71 og 72 er tilsluttet henholdsvis første og andre kontaktklemme for den Er-tilsatte optiske fiber 73. En halvlederlaser 75, som er koblet til den Er-tilsatte optiske fiber 73 gjennom en multipleksende lyskobler 74, sender pumpelys inn i den Er-tilsatte optiske fiber 73.

Den optiske isolator 71 er koblet til den andre klemme for den første del av den optiske stamlinjefiber 5. Et filter 73a er forbundet med den optiske isolator 72 og en første klemme for den andre del av den optiske stamlinjefiber 5.

En forbiført optisk fiber 8 har en første og en andre kontaktklemme, og en multipleksende/demultipleksende lyskobler 9 kobler den første klemme for den forbiførte optiske fiber 8 sammen med den andre klemme for den første del av den optiske stamlinjefiber 5 samt den optiske isolator 71.

Optiske grenfibre for forskjellige abonnenter 11 omfatter hver en første og en andre klemme. En første klemme for hver optisk fiber 11 er koblet til den andre klemme for den andre del av stamlinjefiberen 5, samt til den andre klemme for den forbiførte optiske fiber 8 gjennom en stjernekobler 10. Optiske mottagere 13 og optiske sendere 14 er anordnet for hver abonnent 30, slik at en optisk mottager 13 og en optisk sender 14 er

koblet gjennom en multipleksende/demultipleksende lyskobler 12 til en andre klemme for hver optisk fiber 11. Med hensyn til stjernekobleren 10 har denne fortrinnsvis et forgreningsforhold som er lite avhengig av bølgelengden.

I det optiske kommunikasjonssystem med ovenfor angitte oppbygning, blir i alminnelighet den optiske omkobler 6 innstilt for å tillate signaloverføring fra den optiske sender 3. Et optisk signal kan f.eks. ha en bølgelengde på 1,55 µm. Et sådant optisk signal som sendes ut fra den optiske sender 3 overføres til en abonnent 30 gjennom den multipleksende/demultipleksende lyskobler 4, den optiske stamlinjefiber 5, den fiberoptiske forsterker 7, stjernekobleren 10 og mottagerstasjonens optiske fiber for abonnentene 11. Abonnenten 30 mottar dette optiske signal ved hjelp av en optisk mottager 13 gjennom den multipleksende/demultipleksende lyskobler 12.

I dette optiske kommunikasjonssystem er det også mulig å opprette signaloverføring fra abonnenten 30 til sentralen 20. Et optisk signal med en bølgelengde på 1,31 µm kan f.eks. overføres fra den optiske sender 14 for abonnenten 30 til sentralen 20 gjennom den optiske fiber for omformeren 11, stjernekobleren 10, den forbiførte optiske fiber 8, den multipleksende lyskobler 9, den optiske stamlinjefiber 5 og den multipleksende/demultipleksende lyskobler 4. I sentralen 20 mottas dette optiske signal av den optiske mottager 2.

For å overvåke tilstanden for den optiske stamlinjefiber 5 i dette optiske kommunikasjonssystem, omkobles den optiske omkobler 6 til forbindelse med OTDR 1.

Da den forbiførte optiske fiber 8 oppretter signalforbindelse forbi den fiberoptiske forsterker 7, kan dobbeltrettet optisk signaloverføring mellom sentralen 20 og abonnenten 30 finne sted, slik som allerede beskrevet. Da den andre klemme for den forbiførte optiske fiber 8 er koblet til stjernekobleren 10, er det opprettet en forbiført fiberoptisk linje uten å anvende en annen fiberoptisk kabel.

Fig. 1(b) er et koblingsskjema for en alternativ utførelse av den sendende stasjon i det optiske kommunikasjonssystem. Komponentene er de samme som angitt i fig. 1(a) og er forsynt med tilsvarende henvisningstall.

I denne utførelse er OTDR 1 koblet til den optiske omkobler 6 gjennom en optisk velger 1a. Denne velger 1a kobles selektivt OTDR 1 til den optiske omkobler 6 eller til

kontaktklemmer 1b. OTDR 1 kan derfor forbindes med den optiske omkobler over velgeren 1a bare når OTDR 1 utnyttes av det optiske kommunikasjonssystem som er vist i fig. 1(a). Ved innstilling av den optiske velger kan forøvrig OTDR 1 anvendes av annet utstyr (ikke vist) som er forbundet med velgeren 1a over klemmene 1b.

Fig. 2 er et koblingsskjema av en alternativ utførelse av et optisk kommunikasjonssystem i henhold til oppfinnelsen, og med høygradig arbeidsfunksjon. Komponentene er de samme som i det optiske kommunikasjonssystem som er vist i fig. 1(a) og er forsynt med tilsvarende henvisningstall.

Pumpelys for den fiberoptiske forsterker 7 tilføres fra sentralen 20, og driftsforholdene for den fiberoptiske forsterker 7 kan da overvåkes fra sentralen 20. For å utføre denne overvåkningsfunksjon er sentralen 20 i tillegg til OTDR 1 en optisk mottager 2, en multipleksende/demultipleksende lyskobler 4, en optisk omkobler 6 samt en optisk sender 3 utstyrt med en OTDR 18 og en optisk mottager 19 koblet til en optisk omkobler 17, samt en halvlederlaser 75 for å forsyne en fiberoptisk forsterker 7 med pumpelys.

En optisk fiber 16 for overføring av pumpelys er anordnet og forsynt med en første og andre kontaktklemme. Den optiske omkobler 17 og halvlederlaseren 75 er koblet til den første klemme for den optiske fiber 16 gjennom den multipleksende/demultipleksende lyskobler 15. Den andre klemme for den optiske fiber 16 er koblet til den Er-tilsatte optiske fiber 73 og den optiske isolator 71 over lyskobleren 74. Videre er et uttappet signal fra utgangssiden av den fiberoptiske forsterker ved å innskyte en avgrenende krysskobler 76 mellom den Er-tilsatte optiske fiber 73 og den optiske isolator 72, koblet til den avgrenede optiske fiber 77, som er forbundet med den andre klemme for den optiske fiber anordnet for å overføre pumpelys 16 gjennom lyskobleren 74. Dette arrangement gjør det mulig å føre det uttappede signal tilbake til sentralen 20 gjennom den optiske fiber for overføring av pumpelys 16.

OTDR 1 kan således ikke bare overvåke tilstanden av den optiske fiber, slik som beskrevet for utførelsen i fig. 1(a), men også i henhold til utførelsen i fig. 2 overvåke driftstilstanden, feilforekomsten, osv. for den fiberoptiske forsterker 7, fra sentralen 20 gjennom nevnte optiske fiber 16 for overføring av pumpelys. Dette finner sted på følgende måte.

I den fiberoptiske forsterker 7 tas en del av det optiske signal som forsterkes av en Er-tilsatt optisk fiber 73, f.eks. 1/100 av det optiske signal, tatt ut av den avgrenende krysskobler 76, samt overført til den optiske fiber 16 gjennom en avgrenet optisk fiber 77 og lyskobleren 74. Ved å innstille den optiske omkobler 17 til tilgang til den optiske mottager 19, er det således mulig å overvåke fra sentralen 20 tilstandene av det optiske signal som er blitt forsterket av den fiberoptiske forsterker 7. Hvis utgangssignalet er nedsatt på grunn av avkobling, brudd av en optisk fiber eller lignende i vedkommende fiberoptiske forsterker 7, kan disse tilstander påvises i sentralen 20. Ved å forandre drivstrømmen til halvlederlaseren 75 kan videre den pumpelysmengde som avgis bli regulert og således mottagernivået for den optiske mottager 19 holdes konstant. Dette tillater AGC (automatisk forsterkningsregulering) for den fiberoptiske forsterker 7.

En senkning av utgangseffekten fra den fiberoptiske forsterker 7 kan også skrive seg fra forringet arbeidsfunksjon for halvlederlaseren 75. For å påvise sådan funksjonsforringelse, kan utgangseffekten fra halvlederlaseren 75 overvåkes av en fotodiode som inngår i lasermodulen. I tillegg kan tilstanden av den optiske fiber for overføring av pumpelys 16 overvåkes gjennom OTDR 18 ved omkobling av den optiske omkobler 17 til tilgang til OTDR 18. Arbeidsfunksjonen for den optiske sender 3 i sentralen 20 kan også overvåkes av en fotodiode anordnet i den optiske sender 3.

I tillegg til de ovenfor angitte særtrekk, er lyskoblerne 4, 9, 10, 12, 15, 74 og 76, den optiske stamlinjefiber 5, den optiske fiber 16 for tilførsel av pumpelys, de optiske isolatorer 71 og 72, den Er-tilsatte optiske fiber 73, filteret 73a samt mottagerstasjonens optiske fiber for abonnenten 11 er alle passive elementer. Dette gir høy pålitelighet og lett vedlikehold, da alle komponenter i anlegget er passive.

De foreliggende driftsforhold gjennom hele de optiske signalforplantningsbaner kan overvåkes fra sentralen 20. Hvis imidlertid frakoblinger eller lignende finner sted i mottagerstasjonens optiske fiber 11 for abonnentene og som er koblet til stjernekobleren 10, vil det være umulig å fastlegge hvilken optisk fiber 11 som er uvirksom. Hver abonnent 30 er derfor tildelt sin egen adresse på forhånd, og et optisk signal som omfatter et anropssignal overføres fra sentralen 20 til hver av de forskjellige abonnenter 30 i rekkefølge. En optisk sender 14 i hvert abonnentapparat 30 sender et forutbestemt signal som reaksjon på anropssignalet fra sentralen 20, og den optiske mottager 2 i sentralen 20 mottar de forutbestemte signaler fra abonnentene 30 i rekkefølge. Hvis en

mottagerstasjon 30 ikke gir noe svar angir dette således at denne mottagerstasjons optiske abonnentfiber 11 som er tilkoblet vedkommende abonnent faktisk er defekt.

Det er også mulig å oppnå dobbeltrettet kommunikasjon ved hjelp av disse signaler og løpende overvåke den fiberoptiske forsterker. Ved f.eks. å tildele OTDR 1 og 18 samt de optiske signaler som overføres fra abonnenten 30 til sentralen 20 bølgelederbåndet 1,31 μm, og de optiske signaler som overføres fra den optiske sender 3 i sentralen 20 bølgelederbåndet 1,55 μm, kan disse optiske signaler overvåkes og detekteres uavhengig av hverandre.

De ovenfor angitte bølgelengder er bare å anse som eksempler på mulige bølgelengder som kan anvendes.

Hvis de optiske signalers bølgelengder som anvendes av OTDR og de optiske signaler som overføres fra abonnentene 30 til sentralen 20 er innbyrdes forskjellige, vil det være mulig å erstatte de optiske omkoblere som foreligger i sentralen 20 med lyskoblere. Også den fiberoptiske forsterker 7 kan omfatte et annet element enn den Er-tilsatte optiske fiber.

Fig. 3(a) er et koblingsskjema for en annen utførelse av det optiske kommunikasjonssystem i henhold til foreliggende oppfinnelse, idet dette system har samme grunnleggende oppbygning og systemfunksjoner som det kommunikasjonssystem som er vist i fig. 1(a). Komponenntene er de samme som i det viste optiske kommunikasjonssystem i fig. 1(a) og har tilsvarende henvisningstall.

Denne utførelse avviker fra utførelsen i fig. 1(a) ved at den optiske stamlinjefiber 5 er koblet til den forbiførte optiske fiber 8 ved hjelp av optiske sirkulatorer 21 og 22. Den første klemme for den forbiførte optiske fiber 8 er sammenkoblet med stamlinjefiberen 5 over den optiske sirkulator 21 og ikke ved hjelp av en multipleksende lyskobler (den multipleksende lyskobler 9 i det optiske kommunikasjonssystem vist i fig. 1(a)). På den annen side er den andre kontaktklemme for den forbiførte optiske fiber 8 koblet sammen med den optiske stamlinjefiber 5 over den optiske sirkulator 22 og ikke ved hjelp av stjernekobleren 10.

Fig. 3(b) er en skjematisk fremstilling som forklarer arbeidsfunksjonen for en optisk sirkulator som her benyttes i stedet for en multipleksende/demultipleksende lyskobler i det optiske kommunikasjonssystem i foreliggende utførelse.

En optisk sirkulator 20 har tre eller flere inngangs/utgangsporter X, Y og Z, og kobler et optisk signal som føres inn gjennom en viss port sammen med en nærmest liggende port på en viss side. Dette innebærer at følgende koblingsmuligheter er opprettet ved dette utførelseseksempel:

port X → port Y
port Y → port Z
port Z → port X

Nærmere detaljer ved optiske sirkulatorer er beskrevet i kapittel 10, osv. i verket "Optical Integrated Circuit", sammenstilt av The Japan Society of Applied Physics/Optics Social Meeting, publisert av Asakura Shoten.

I det optiske kommunikasjonssystem som benytter optiske sirkulatorer 21 og 22, blir et optisk signal som sendes ut fra den optiske sender 3 i sentralen 20 bare koblet sammen med den fiberoptiske forsterker 7 over den optiske sirkulator 21, og kobles da ikke sammen med den forbiførte optiske fiber 8. På den annen side vil et optisk signal som sendes ut fra abonnenten 30 eller eventuelt tilbakekastet lys bare bli koblet til den forbiførte optiske fiber ved hjelp av den optiske sirkulator 22 og sendes ikke til den fiberoptiske forsterker 7.

Foreliggende oppfinnelse viser at dobbeltrettet optisk signaloverføring kan oppnås ved hjelp av en optisk transmisjonslinje som utnytter en fiberoptisk forsterker med optiske isolatorer. I det foreliggende system vil det også være mulig å overvåke driftstilstanden for samtlige optiske signallinjer ved hjelp av en OTDR samt å overføre signaler fra abonnenten til sentralen, således at vedlikehold og pålitelighet for det optiske kommunikasjonssystem blir forbedret.

Videre kan foreliggende oppfinnelse ikke bare utnyttes av et optisk kommunikasjonssystem som anvender en fiberoptisk forsterker, men kan også benyttes av et optisk kommunikasjonssystem som f.eks. omfatter en halvlederlaserforsterker med optiske isolatorer.

PATENTKRAV

1. Optisk kommunikasjonssystem som omfatter:

– et første optisk fiberutstyr (5) for å overføre optiske signaler i en første retning og som består av flere deler, som hver har en første og en andre ende,

– et forsterkerutstyr (7) koblet mellom en første dels andre ende og en andre dels første ende av det første optiske fiberutstyr (5), for å forsterke optiske signaler for overføring i den første retning,

– et senderutstyr (3, 20) forbundet med den første ende av den første del av det første optiske fiberutstyr (5), for å avgi til det første optiske fiberutstyr (5) optiske signaler for overføring i den første retning,

– et første mottagerutstyr (13, 30) forbundet med den andre ende av den andre del av det første optiske fiberutstyr (5), for å motta optiske signaler overført i den første retning, og

– et første overvåkerutstyr (1) for å overvåke driftstilstanden av det første optiske fiberutstyr (5),

k a r a k t e r i s e r t v e d at systemet også omfatter:

– et andre optisk fiberutstyr (8) for å overføre de optiske signaler i en annen retning som hovedsakelig er motsatt den første retning, idet dette andre optiske fiberutstyr (8) har en første ende forbundet med den første del, og en andre ende forbundet med den andre del av det første optiske fiberutstyr (5), slik at det andre optiske fiberutstyr (8) danner en forbikobling av nevnte forsterkerutstyr (7),

– et tredje optisk fiberutstyr (16) for å forbinde en mateinnretning (75) for pumpelys med en forsterkende, optisk fiber (73) i nevnte forsterkerutstyr (7), idet dette tredje optiske fiberutstyr (16) har en første ende forbundet med mateinnretningen (75) og en andre ende forbundet med nevnte forsterkende, optiske fiber (73),

– et andre overvåkerutstyr (18) for å overvåke driftstilstanden av det tredje optiske fiberutstyr (16),

– et andre mottagerutstyr (19) for å motta optiske signaler forsterket av nevnte forsterkerutstyr (7) og for å overvåke driftstilstanden av forsterkerutstyret i samsvar med nevnte forsterkede, optiske signaler, og

– en første omkoblerinnretning (17) for selektivt å koble det andre overvåkerutstyr (18) eller det andre mottagerutstyr (19) til det tredje optiske fiberutstyrs (16) første ende,

idet det første overvåkerutstyr (1) er innrettet for også å overvåke driftstilstanden av det andre optiske fiberutstyr (8).

2. Optisk kommunikasjonssystem som angitt i krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den forsterkende, optiske fiber er en Er-tilsatt optisk fiber (73) og mateinnretningen for pumpelys er en halvlederlaser (75) for å føre pumpelys inn i den Er-tilsatte optiske fiber (73), idet forsterkerutstyret (7) også omfatter:
- et lyskoblerutstyr (74) for å koble halvlederlaseren (75) til den Er-tilsatte optiske fiber (73), og
- to optiske isolatorer (71, 72) anordnet på hver sin side av nevnte forsterkerutstyr (7), idet den ene (71) av de optiske isolatorer er forbundet med nevnte lyskoblerutstyr (74), mens den annen isolator (72) er forbundet med den Er-tilsatte optiske fiber (73).

3. Optisk kommunikasjonssystem som angitt i krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte senderutstyr (20) omfatter:
- et lysavgivende utstyr (3) forbundet med et lyskoblerutstyr (4) for å tilføre de optiske signaler til den første ende av den første del av det første optiske fiberutstyr (5),
- et tredje mottagerutstyr (2) for å motta optiske signaler overført i nevnte annen retning, og
- en andre omkoblerinnretning (6) for selektivt å koble nevnte første overvåkerutstyr (1) eller nevnte tredje mottagerutstyr (2) til lyskoblerutstyret (4).

4. Optisk kommunikasjonssystem som angitt i krav 1, og som omfatter fiberoptiske forbindelser (11) til flere mottagerutstyr (30),
k a r a k t e r i s e r t v e d at systemet omfatter fiberoptisk koblingsutstyr (10) for å forbinde nevnte fiberoptiske forbindelser (11) med den andre ende av den andre del av det første optiske fiberutstyr (5), idet hvert mottagerutstyr omfatter:
- et lysmottagende utstyr (13) for å motta lyssignaler overført i nevnte første retning,
- et lysavgivende utstyr (14) for å avgi til det andre optiske fiberutstyr (8) lyssignaler for overføring i nevnte annen retning,
- et lyskoblerutstyr (12) for å koble nevnte lysmottagende utstyr (13) og lysavgivende utstyr (14) til det fiberoptiske koblingsutstyr (10).

5. Optisk kommunikasjonssystem som angitt i krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at det også omfatter:
- et lyskoblerutstyr (9) for å koble den første del av det første optiske fiberutstyr (5) til den første ende av det andre optiske fiberutstyr (8), og
- et ytterligere lyskoblerutstyr (10) for å koble den andre ende av den andre del av det første optiske fiberutstyr (5) til minst én av flere fiberoptiske forbindelser (11).

6. Optisk kommunikasjonssystem som angitt i krav 3,
k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte senderutstyr (20) også omfatter et tredje omkoblerutstyr (1a) anordnet mellom det første overvåkerutstyr (1) og den andre omkoblerinnretning (6) for selektivt å koble dette overvåkerutstyr (1) til en av flere forbindelsesporter (1b).

7. Optisk kommunikasjonssystem som angitt i krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at det også omfatter:
- en første optisk sirkulator (21) for å koble den første ende av det andre optiske fiberutstyr (8) til den første del av det første optiske fiberutstyr (5), og
- en andre optisk sirkulator (22) for å koble den andre ende av det andre optiske fiberutstyr (8) til den andre del av det første optiske fiberutstyr (5).

* * * * *

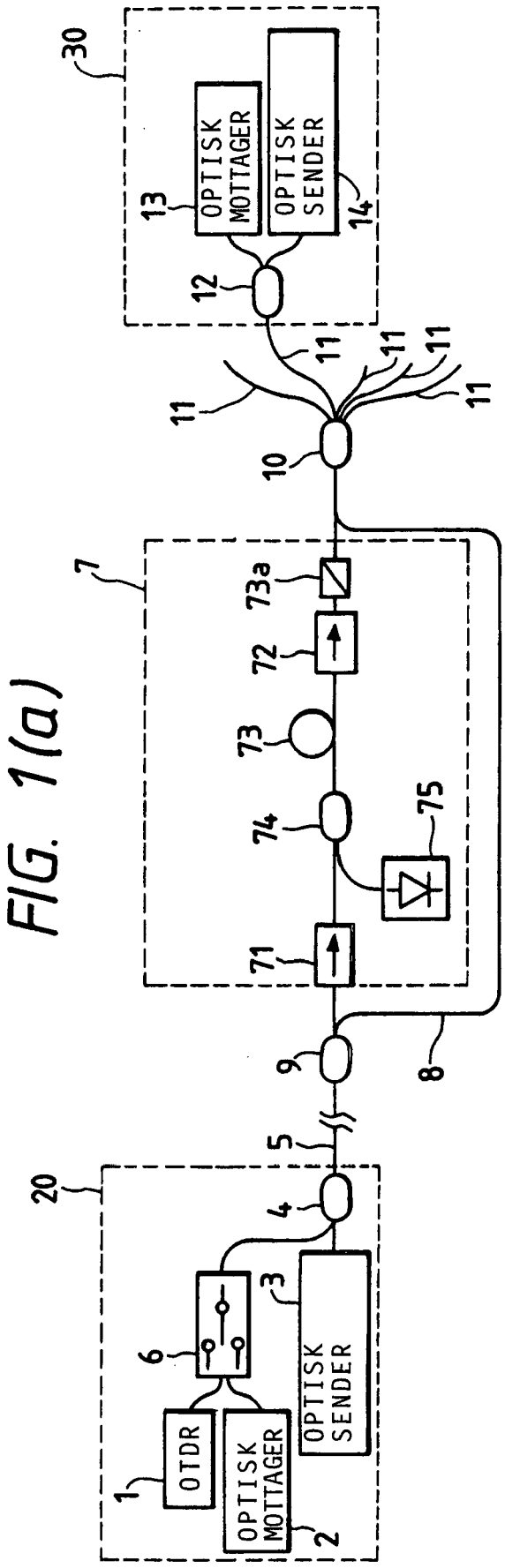

30
13
OPTISK MOTTAGER
OPTISK SENDER
14
12
11
11
11
11
11
10
7
73a
72
73
74
75
71
9
8
5
20
4
6
3
OPTISK SENDER
1
OTDR
OPTISK MOTTAGER
2

FIG. 1(a)

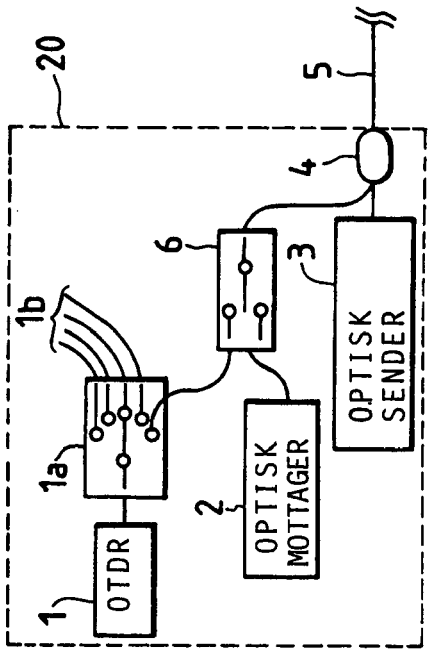
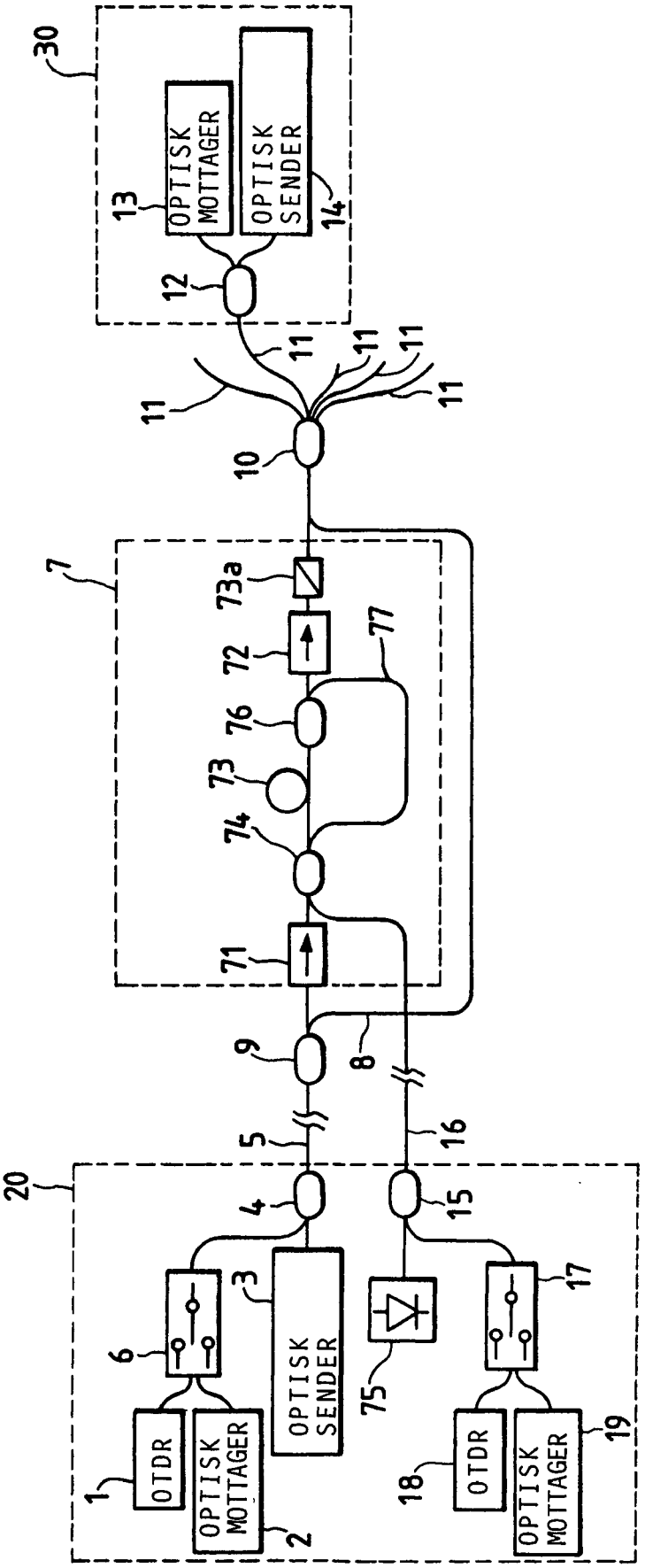

20
5
4
6
3
OPTISK SENDER
1b
1a
2
OPTISK MOTTAGER
1
OTDR

FIG. 1(b)

FIG. 2


30
13
OPTISK MOTTAGER
OPTISK SENDER
14
12
11
11
11
11
11
10
7
73a
72
77
76
73
74
71
9
8
5
16
20
4
15
6
3
OPTISK SENDER
75
17
1
OTDR
OPTISK MOTTAGER
2
18
OTDR
OPTISK MOTTAGER
19

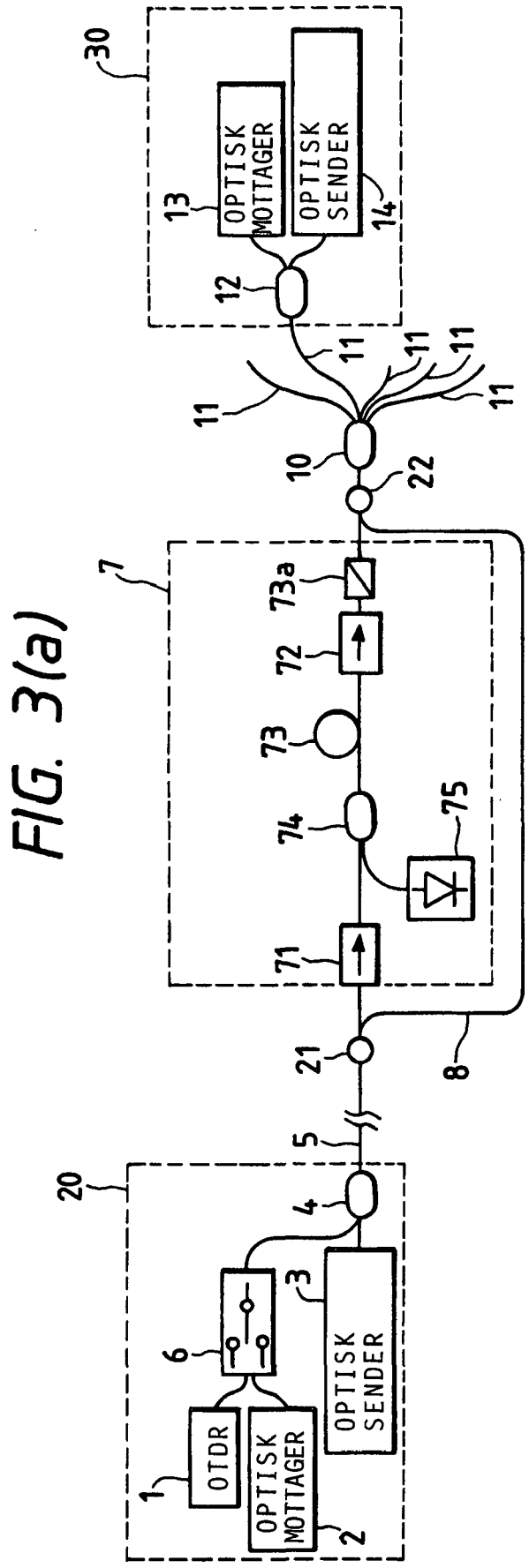

30
OPTISK MOTTAGER
OPTISK SENDER
13
14
12
11
11
11
11
10
22
7
73a
72
73
74
75
71
21
8
5
20
4
3
6
OTDR
OPTISK MOTTAGER
OPTISK SENDER
1
2

FIG. 3(a)

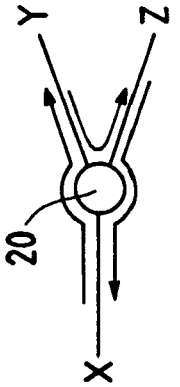

Y
Z
20
X

FIG. 3(b)

FIG. 4

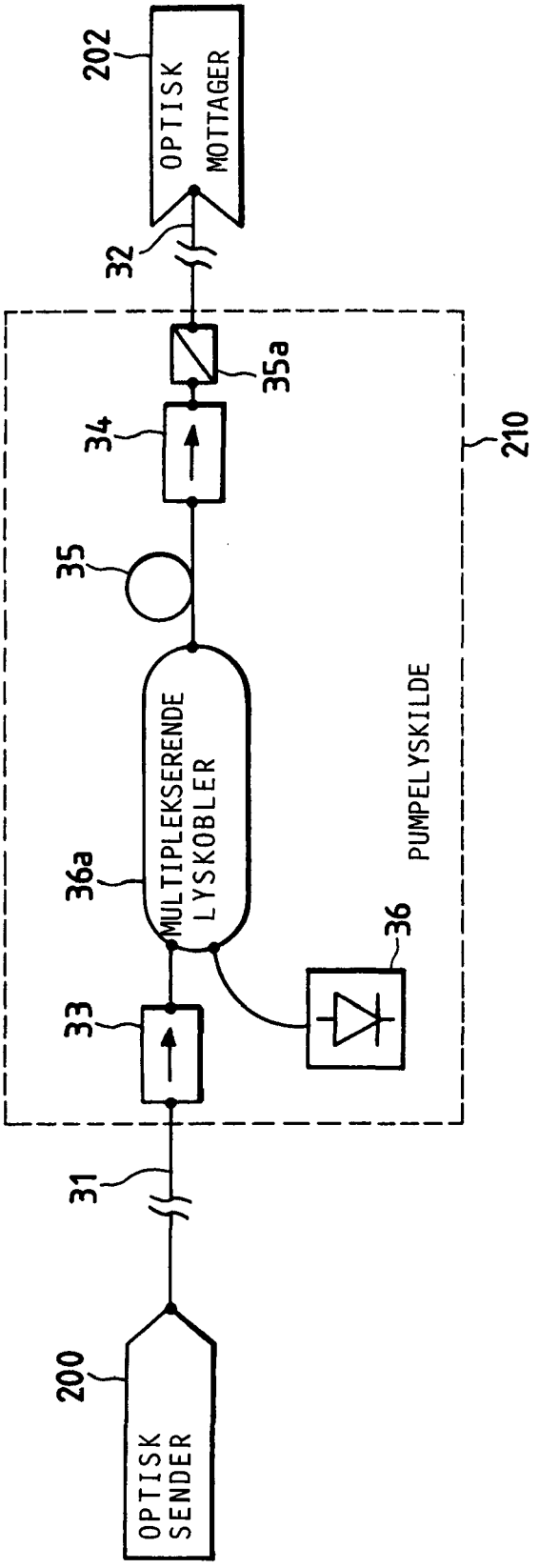
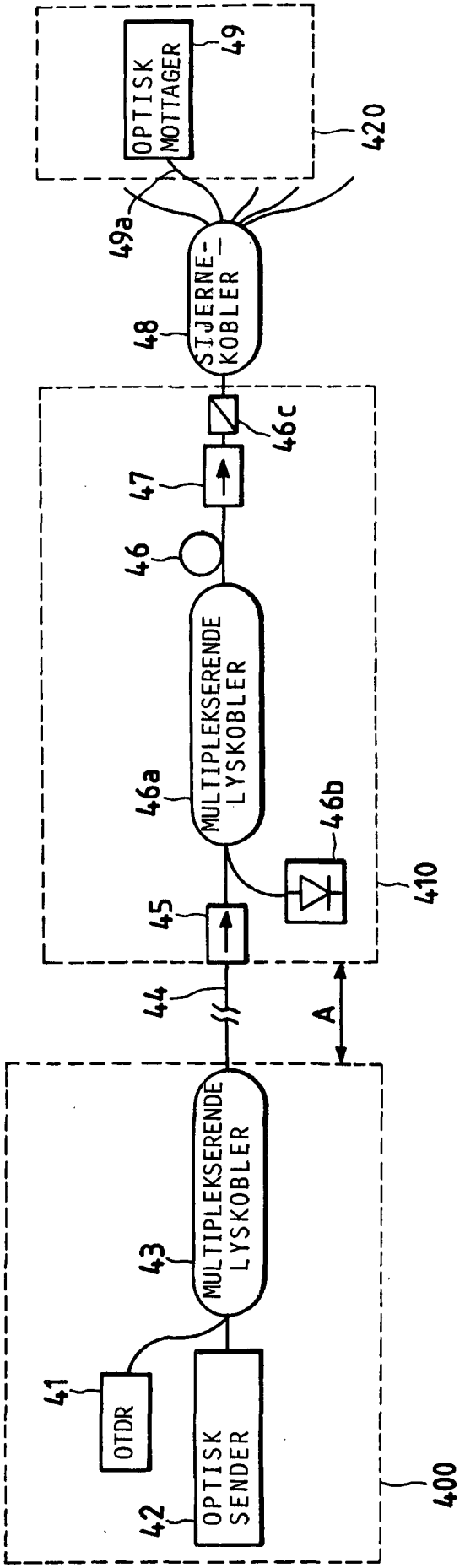

202
OPTISK MOTTAGER
32
35a
34
35
MULTIPLEKSERENDE LYSKOBLER
36a
33
36
PUMPELYSKILDE
210
31
200
OPTISK SENDER

FIG. 5


OPTISK MOTTAGER
49
420
49a
SJERNE-KOBLER
48
46c
47
46
MULTIPLEKSERENDE LYSKOBLER
46a
46b
410
45
44
A
MULTIPLEKSERENDE LYSKOBLER
43
41
OTDR
OPTISK SENDER
42
400