



(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) NO

(11) **172009**

(13) B

(51) Int Cl⁵ G 01 B 11/16, G 01 L 1/24

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr	874307	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	15.10.87	(85) Videreføringsdag	15.10.86, DE, 3635053
(24) Løpedag	15.10.87	(30) Prioritet	
(41) Alm. tilgj.	18.04.88		
(44) Utlegningsdato	15.02.93		

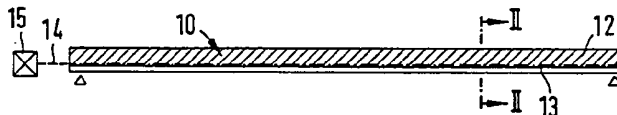
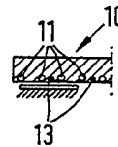
(71) Patentsøker Strabag Bau-AG, Siegburger Str. 241, D-5000 Köln, DE
(72) Oppfinner Reinhard Wolff, Köln, DE
Martin Weiser, Köln, DE
Hans-Joachim Miesslerer, Köln, DE
(74) Fullmektig Onsagers Patentkontor AS, Oslo

(54) **Benevnelse** Konstruksjonsdel med lysbølgeledere

(56) **Anførte publikasjoner** DK B2 2757786, C2 3131870, EP A2 166621.

(57) **Sammendrag**

Fremgangsmåte til overvåking av deformasjonene av konstruksjonsdeler ved hjelp av lysbølgeledere, hvorved lysbølgelederne forspennes mekanisk mot konstruksjonsdelen eller seg selv i en slik grad at deres belastning ved alle i konstruksjonsdelen forventede deformasjoner holdes i strekkområdet. Herved unngås stukinger av lyslederfiberene i lysbølgelederen, idet disse kan føre til uønskede av den gjennom lysbølgelederen sendte lysimpulser og forvrengte måleresultatet ved spenningsovervåkingen. Utførelsen og fremstillingen av lysbølgelederen er også beskrevet.



Oppfinnelsen angår en konstruksjonsdel med lysbølgeledere, som tjener til overvåking av deformasjonene av konstruksjonsdelen og er festet i eller på denne under mekanisk forspenning.

Det er kjent å overvåke konstruksjonsdeler i maskiner og fartøyer, fremfor alt fly, men også konstruksjonsdeler i bygninger ved hjelp av lysbølgeledere for på et tidlig tidspunkt å påvise deformasjoner som varsler et brudd eller en annen spesiell svikt i konstruksjonsdelene i maskinen eller byggverket. De herved benyttede lysbølgeledere består av en eller flere meget tynne lyslederfibre av kvartsglass med høy brytningsindeks og som er innleiret i en beskyttelseskappe av fiberkomposittmateriale. En utvidelse av lysbølgelederen i lengderetningen fører til en tverrkontraksjon av lyslederfiberen og forårsaker en dempningseffekt for de lysimpulser som sendes gjennom lysbølgelederen. Denne svekkingseffekt er et mål på utvidelsen av lysbølgefiberen. Overskrides elastisitetsgrensen for lysbølgefiberen vil det inntreffe et brudd av lysbølgefiberen som ved bruddstedet ikke leder lysimpulsen videre, men reflekterer den. Avstanden mellom bruddstedet og henholdsvis måleapparatet eller enden av lysbølgelederen kan bestemmes av den ikke lenger forekommende transmisjonsevne for lysbølgelederen og de av måleapparatet målte gangtider for lyset.

Ved overvåking av strekkbelastede konstruksjonsdeler er det kjent å klebe lysbølgelederen på utsiden av den konstruksjonsdel som skal overvåkes eller å innleire lysbølgelederen i konstruksjonsdelen (DE-OS 29 37 824). Begynnelsen og enden av lysbølgelederen blir da forbundet med et testapparat for lys transmisjonsevnen, hvormed transmisjonen av en lysstråle gjennom lysbølgelederen og svekking av lysstrålen i lysbølgelederen overvåkes.

Til overvåking av disse deformasjoner er det også kjent å forsyne en konstruksjonsdel med lysbølgeledere som forspennes og forbindes kraftmessig med konstruksjonsdelen (DE 3131870 A2). Alt etter formen på konstruksjonsdelen blir lysbølgelederne under forspenning viklet omkring konstruksjonsdelen

eller de blir ført i plastslanger og forankret i konstruksjonsdelen ved sine ender. Med denne kjente anordning av lysbølgelederen er det bare mulig på et bestemt sted i konstruksjonsdelen å registrere en bestemt tilstand som inntreffer når den forspente lysbølgeleder bryter. Det er imidlertid ikke mulig å fastslå kvantitativt deformasjoner av en konstruksjonsdel over dens lengde.

Det er videre kjent å forsyne et armeringselement, nemlig en tråd av fiberkomposittmateriale med en lysbølgeleder som sensor (DE 3305234 A1). Denne lysbølgeleder er over hele sin lengde forbundet med konstruksjonsdelen, dvs. med armeringstråden, men imidlertid ikke forspent mot denne. Den kan derfor bare benyttes til overvåking av slike konstruksjonsdeler som utelukkende strekkbelastes og utvides.

Det er også kjent å innleire lysbølgeledere i en konstruksjonsdel slik at de ved en bøyning av konstruksjonsdelen vris (DE 3415855 A1). Ved denne konstruksjonsdel og andre konstruksjonsdeler, ved hvilke også lysbølgelederne ved belastning av konstruksjonsdelen bare strekkbelastes (DE 3015391 A1), er begynnelsen og slutten av lysbølgelederen jevnlig tilgjengelig og kan stadig iakttas.

Endelig kan det nevnes at fremgangsmåter til fremstilling av mantlede lysbølgeledere eksempelvis er kjent fra DE-AS nr. 2757786 og EP patentsøknad nr. 0166621.

Med denne kjente fremgangsmåte og de kjente lysbølgeledere kan bare slike konstruksjonsdeler pålitelig overvåkes hvor det kun opptrer strekkspenninger. Derimot er en overvåking av konstruksjonsdeler med over tverrsnittet fordelte, forskjellige spenningstilstander ikke mulig. Slike konstruksjonsdeler er f.eks. deler av en bygning som belastes av strekk og trykk og/eller bøyning og hvorved det over lengden av konstruksjonsdelen i tverrsnittet kan opptre forskjellige spenningstilstander. De kjente lysbølgeledere har nemlig det særtrekk at lysledningsevnen for lysbølgefibrene også endrer seg under påvirkning av langstrykkrefter, følgelig når lysbølgefibrene stukes.

Er da en lysbølgeleder over hele sin lengde forbundet med en konstruksjonsdel hvor områder med strekkspenninger og trykkspenninger veksler, blir den på konstruksjonsdelen festede lysbølgeleder stykkevis utvidet og stykkevis stuket, slik at det utøves krefter på lysbølgefiberen både på grunn av utvidelsene og stukingene, noe som i denne forårsaker svekkinger som ikke lenger kan tilordnes en bestemt belastning.

De kjente overvåkingsmetoder og lysbølgeledere tillater også ved slike konstruksjonsdeler ikke lenger en nøyaktig overvåking når disse utsettes for tidsavhengige deformasjoner, f.eks. et svinn eller en krymping under belastning. Ved slike konstruksjonsdeler som under belastning eller simpelthen ved en reduksjon av sine volumer i løpet av tiden forkortes, skjer det også en stuking av de fast med delene forbundne lysbølgeledere, noe som fører til feilmålinger.

Hensikten med oppfinnelsen er å anordne en lysbølgeleder i eller på konstruksjonsdeler slik at det med lysbølgelederne også kan registreres periodiske eller varierende belastninger eller tidsavhengige deformasjoner.

Denne hensikt oppnås ved at lysbølgelederne er fast forbundet med konstruksjonsdelen over i det minste en del av dens lengde og forspent i en slik grad at de utsettes for strekkspenning selv når deformasjoner forårsaket av kompresjon, krymping eller siging forekommer i konstruksjonsdelen.

Denne utførelse har den fordel at ikke bare utvidelser, men også stukinger av den konstruksjonsdel som skal overvåkes blir målbare, da de bare fremtrer som er reduksjon av en forutvidelse av lyslederfibrene og som resulterer i definerbare svekkingsforandringer i disse. Herved er det likegyldig hvordan denne reduksjonen av forutvidelsen fremkalles. Lysbølgelederne kan derfor ikke bare overvåke konstruksjonsdeler langsetter hvilke trykkområder veksler med strekkområder, slik som det f.eks. er tilfelle ved gjennomgående bærere i byggverk, men de

kan også benyttes til overvåking av slike konstruksjonsdeler som utsettes for tidsavhengige deformasjoner, f.eks. forspente betongkonstruksjonsdeler, som ikke bare er utsatt for svinn, men som også kryper under forspenningen. Dessuten er forspente lysbølgeledere også egnet til overvåkning av maskindeler som dobbeltvirkende stempler eller veivstenger som både utsettes for såvel strekk som også trykk.

Lysbølgelederne kan føres rettlinjet eller krummet langs konstruksjonsdelen, forspennes mekanisk in situ og deretter fast forbindes med konstruksjonsdelen over hele dens lengde. Herved er det mulig å klebe lysbølgelederen utenpå konstruksjonsdelen eller innleire den i konstruksjonsdelens materiale eller legge den i omgivende rør som er anbragt utenpå byggverket eller i det indre av konstruksjonsdelen. Etter anbringelse i omgivende rør eller kledningsrør kan det i disse presses inn en masse som forbinder lysbølgelederen fast med dekkåret over hele lengden, slik at forbindelsen med konstruksjonsdelen skaffes.

For bare å registrere de utvidelser i en konstruksjonsdel som undergår såvel strekk- som trykkbelastninger, med i lengderetningen rettlinjet gående lysbølgeledere, er det hensiktsmessig å bare forbinde lysbølgelederne fast med den bygningsdel som skal overvåkes i området for strekksoner, mens lysbølgelederen forøvrig er ført over konstruksjonsdelen slik at den kan beveges i lengderetningen, før den forbindes med måleapparatet. For en slik anordning er det gunstig å legge lysbølgelederen i kledningsrør, hvoretter kledningsrørene bare fylles i strekkområdet for konstruksjonsdelen etter forspenningen av lysbølgelederen. Lysbølgelederen registrerer deretter bare utvidelser i strekkområdet, mens stukinger i trykkområdet blir uten virkning på lysbølgelederen, idet disse stukingene forringer målefølsomheten.

Målenøyaktigheten kan i henhold til oppfinnelsen også forhøyes ved at lysbølgelederen er anordnet slik i eller på konstruksjonsdelen at den følger strekkspenningsforløpet. Lysbølgeled-

erne blir da f.eks. ved gjennomgående bærebjelker anbragt over støtter i den øvre del og i feltene mellom støttene i nedre del av den gjennomgående bærebjelke og anordnet på samme måte som spennelementene i en forspent, gjennomgående bærebjelke. Herved er det også mulig å legge lysbølgelederen sammen med spennetrådene i kledningsrøret for et spennelement. Lysbølgelederne kan også anbringes separat slik at de følger strekkspenningsforløpet, i det indre av konstruksjonsdelen i egne kledningsrør eller på utsiden av konstruksjonsdelen, f.eks. klebes til sideveggen av en bjelke, et maskinfundament eller en fartøysdel.

Lysbølgeledere består vanligvis av minst en lyslederfiber og en mantel som omgir denne og som kan være fremstilt av fiberkomposittmateriale eller hensiktsmessig av plastmateriale, f.eks. polyamid eller polyuretan. Installasjonen og håndteringen av lysbølgelederen lettes betraktelig når lyslederfibrene allerede ved fremstillingen av lysbølgelederen forspennes mot dennes kledning og anbringes på eller innleires i konstruksjonsdelen i denne tilstand. Lysbølgelederen har da en indre spenningstilstand, slik at de forspente lyslederfibre støtter seg mot dennes kledning. Lysbølgelederen behøver da ikke lenger å forspennes på stedet, men kan enkelt festes på den konstruksjonsdel som skal overvåkes i ferdigstilt form og kan forbindes med denne over hele sin lengde. Slike i seg selv forspente lysbølgeledere kan med særlig fordel benyttes til overvåking av forspente konstruksjonsdeler som på grunn av sin forspenning først belastes ved trykk og under denne trykkforspenning sviner og kryper.

Ytterligere trekk og fordeler ved oppfinnelsen fremgår av den følgende beskrivelse og anvendelseksemlene, som skal forklares nærmere i tilknytning til tegningen.

Fig. 1 viser en fritt opplagret stålbetongplate i lengdesnitt med innleirede, forspente lysbølgeledere i den bærende betong.

Fig. 2 viser gjenstanden på fig. 1 i et delvis tverrsnitt langs linjen II-II.

Fig. 3 viser en som fiskebukkærer utført kantbjelke og en fritt opplagret platebjelke sett fra siden med påklebete, forspente lysbølgeledere på undersiden.

Fig. 4 viser gjenstanden på fig. 3 i tverrsnitt langs linjen IV-IV.

Fig. 5 viser sett fra siden en firkantet, gjennomgående bærebjelke som strekker seg over to felt med lysbølgeledere anbragt i det indre av bæreren.

Fig. 6 viser gjenstanden på fig. 5 i tverrsnitt langs linjen VI-VI.

Fig. 7 viser sett i lengdesnitt en over to felt gjennomgående platebjelke av spennbetong med forspente lysbølgeledere anbragt i kledningsrør.

Fig. 8 viser gjenstanden på fig. 7 i et tverrsnitt langs linjen VIII-VIII.

Fig. 9 viser sett fra siden en i maskin- eller fartøysbygging anvendbar leddstang av stål med en forspent lysbølgeleder oppklebet på to overfor hverandre motliggende sider av den ytre omkrets.

Fig. 10 viser et perspektivisk delutsnitt i sterkt forstørret målestokk av en forspent lysbølgeleder i henhold til oppfinnelsen.

På fig. 1 og 2 er det vist en spennbetongplate 10, hvis spenntråder 11 er forspent i spennfundamentet før betongen 12 fylles i forskalingen og herder. Mellom spenntrådene 11 er det anordnet lysbølgeledere 13, som strekker seg parallelt med spenntrådene 11 og liksom disse før anbringelse av betongen 12 i spennfundamentet forspennes mekanisk så mye at deres påkjenning ved alle belastninger som spennbetongplaten med sin installasjon gjennomgår, forblir i strekkområdet.

Ved anbringelse og utharding av betongen 12 blir spennståltrådene 11 og lysbølgelederen 13 løst fra sine forankringer i spennfundamentet før spennbetongplaten 10 tas ut av sin forskaling. Spennståltrådene 11 overfører deretter de i seg iboende spennkrefter ved heftfriksjonsforbindelse til betongen 12, slik at denne setter seg i lengderetningen av spenntrådene 11 under trykkforspenning. På samme måte som spenntrådene 11 støttes også lysbølgelederne mot betongen og forbindes med denne langs hele lengden ved heftfriksjon etter utharding av betongen.

Lysbølgelederen 13 føres mellom ståltrådene 11 i grunnrisset av platen 10 og dens to ender 14 er forbundet med et måleapparat 15, som sender lysimpulser gjennom lysbølgelederen 13 og igjen mottar disse.

Under sin egen egenvekt og under nyttelast blir spennbetongplaten påkjent til bøyning, hvorved det opptrer strekkspenninger på dens underside og trykkspenninger på dens overside.

Denne ytre spenningstilstand er overlagret indre trykkspenninger som frembringes av de forspente ståltråder i betongtverrsnittet og allerede virker i spennbetongplaten før denne installeres og settes under bruksbelastning. Under virkningen av forspenningen begynner betongen å krype, dvs. at betongen stukes under trykkforspenningen og spennbetongplaten blir kortere i lengderetningen. Herved forkortes også de i betongen innleirede lysbølgeledere, som jo er forbundet fast med betongen over hele sin lengde, i samme grad. Da lysbølgelederne allerede før sin innbinding i betongen ble forspent og gitt en forutvidelse, forårsaker deres forkortelse på grunn av krypingen av den omgivende betong bare en reduksjon av utvidelsen av lysbølgelederen, uten herved å underskride utvidelsesnullpunktet. Lysbølgelederen blir altså ved krypdeformasjonen av spennbetongplaten ikke stuket, men forblir i strekkområdet. Etter installasjonen av den forspente konstruksjonsdel 10 i et byggverk og etter anbringelse av bruksbelastningen kan den deretter overvåke konstruksjonsdelens deformasjoner som denne

utsettes for under bruksbelastningen, som påkjenner spennbetongplaten 10 til bøyning og frembringer strekkspenninger på dens underside, som viser seg som utvidelser av lysbølgelederen og som fører til en endring av svekkingen av lyset i lysbølgelederen og som kan registreres og bestemmes av det optiske måleapparat 15.

På fig. 3 og 4 er den konstruksjonsdel som skal overvåkes en platebjelke 16 av stålbetong eller spennbetong som er utført som en fiskebukbjelke og på hvis underside 17 det er anbragt en lysbølgeleder 18, hvis to ender 19 og 20 er forbundet med lysmåleapparatet 15. Ved det her viste utførelseseksempel blir lysbølgelederen etter anbringelse av platebjelken 16 forspent mekanisk og deretter klebet til bjelken 16 over hele sin lengde.

På fig. 5 og 6 er det vist en i tverrsnitt firkantet stålbetongbjelke 21, som strekker seg som gjennomgående bærebjelke over to felt F_1 og F_2 og hviler på tre støtter S_1 , S_2 og S_3 . På oversiden 22 og på undersiden 23 av bjelken 21 er det anbragt lysbølgeledere 24 og 25 som ved sine venstre ender henholdsvis 24a og 25a er forbundet med hverandre og ved sine høyre ender henholdsvis 24b og 25b er forbundet med et lysmåle- og overvåkingsapparat 15. Lysbølgelederne 24 og 25 befinner seg i kledningsrøret 26 resp. 27, hvorav det ene kledningsrør 26 er ført rettlinjert og parallelt med lengdeaksen av bjelken ved den øvre kant 22 og det andre kledningsrør 27 ved den nedre kant 23 av bjelken og innleiret i bygningsbetongen. Kledningsrøret, som kan være slanger av metall eller plast eller også tynnveggede platerør, blir før støpingen av bjelken 21 lagt i forskalingen til konstruksjonsdelen og innstøpt. Lysbølgelederne kan før eller etter innstøpingen trekkes inn i kledningsrøret. Etter utherdning av betongen blir de forspent mekanisk og hver forbundet med kledningsrøret i strekkspenningsområdet Z_1 , Z_2 og Z_3 ved innpressing av en til lysbølgelederen og til kledningsrøret fastheftende, herdende masse. Den under langsforspenning med kledningsrøret fast forbundne del av lysbølgelederne 24 og 25 er vist på tegningen med strekpunkterte

linjer og man ser at de ved den nedre kant av bjelken 21 befinner seg i området for feltene F_1 og F_2 og ved øvre kant 22 av bjelken 21 over den midtre støtte S_2 . Utenfor strekkspenningsområdene Z_1 , Z_2 og Z_3 forblir lysbølgelederne 24 og 25 bevegelige i lengderetningen i sine kledningsrør 26 og 27, noe som er vist på fig. 5 ved punkterte linjer. De i lengderetningen bevegelige lysbølgeledere strekker seg i byggverket i slike soner hvor det ikke opptrer noen strekkspenninger. Det skal imidlertid også vises til at lysbølgelederne 24 og 25 dessuten kan forbindes fast over hele sin lengde etter forspenningen med kledningsrørene, da deres forspenning i henhold til oppfinnelsen og dermed deres forutvidelse er så stor at deres strekkbelastning i tillegg opprettholdes i trykksone av konstruksjonsdelen.

På fig. 7 og 8 er oppfinnelsen vist med en gjennomgående bærer med platebjelketverrsnitt hvor lysbølgelederen er anordnet i bygningsdelen slik at den følger strekkspenningsforløpet.

På samme måte som det på fig. 5 og 6 viste utførelseseksempel befinner lysbølgelederne 30 seg i kledningsrøret 31 som går bølgeformet i lengderetningen av bæreren 32 slik at de alltid befinner seg i strekksone av det forekommende bjelketverrsnitt. Kledningsrørene 31 med lysbølgelederne 30 strekker seg også i feltene F_1 og F_2 i nærheten av den nedre kant 33 og over støtten S_2 i nærheten av den øvre rand 34 i platebjelken, mens deres ut av konstruksjonsdelen 32 førte ender 30a og 30b er forbundet til lysmåle- og overvåkningsapparatet 15. Som ved de tidligere beskrevne utførelseseksempler, blir også her kledningsrørene 31 anbragt i forskalingen til en betongkonstruksjonsdel og innstøpt i den på fig. 7 viste stilling. De inntrukne lysbølgelederne blir deretter satt under forspenning og blir i hele sin lengde forbundet med kledningsrøret ved innpressing av en masse i kledningsrøret, idet massen hefter seg fast til lysbølgelederen og kledningsrøret og således danner en forbindelse mellom lysbølgelederen og konstruksjonsdelen.

Det skal henvises til at også de på fig. 3-7 viste bygningsdeler 16, 21 og 32 kan settes under en langsforspenning når

de består av betong og det skal oppnås en gunstig belastning. Spesielt i dette tilfellet utsettes de for en krypdeformasjon som også virker på den innstøpte eller påklebete lysbølgeleder og gjør deres forspenning nødvendig når det skal sikres en problemfri overvåking i brukstilstanden.

På fig. 9 er det vist en leddstang 35 av stål og som ofte finner anvendelse i maskinbygging eller fartøybygging og som med sine to ender er forsynt med leddøyne 36. Leddstangen 35 kan belastes i lengderetningen av strekk eller trykk. For å overvåke dens belastning kan de diametralt motliggende sider av stangen påklebes lysbølgeledere 37 i lengderetningen, idet disse ved sin ene ende 37a er forbundet med hverandre og deres andre ende 37b er forbundet til et lysmåle- og overvåkingsapparat 15. De herved anvendte lysbølgeledere 37 er ikke forspent mot konstruksjonsdelen 35, men forspent i seg selv, dvs. de befinner seg i en egenspenningstilstand. En slik lysbølgeleder 37 er vist skjematisk på fig. 10.

Disse lysbølgeledere 37 består av en lyslederfiber 40 av kvartsglass eller et annet lysledende materiale som er innleiret i en mantel 41 av fiberkomposittmateriale. For å danne en god heftforbindelse mellom lyslederfiberen og fiberkomposittmaterialet, kan det ved den ytre omkrets av lyslederfiberen 40 også anbringes et mellomsjikt 42 med ru overflate eller en trådspiral som ytterligere forhøyer lysbølgelederens responsfølsomhet ved dennes lengdeutvidelse, slik som det i og for seg er kjent. I motsetning til de kjente utførelser har lysbølgelederen i henhold til oppfinnelsen dog det særtrekk at lyslederfiberen 40 er forspent mot den omgivende kledning 41 og under aksial strekkspenning forbundet med kledningen 41 over hele sin lengde. Det hersker følgelig en indre spenningstilstand i lysbølgelederen.

Lysbølgeledere av den på fig. 10 viste og ved leddstangen på fig. 9 anvendte art, kan på enkel måte fremstilles slik at ved sammenføring av lyslederfibrene med deres mantel i den av en haspel avtrukket lyslederfiber frembringes en strekkspen-

ning ved bremsing av haspelen og som opprettholdes inntil kledningen er herdet og det er dannet en ikke lenger løsbar forbindelse mellom lyslederfibrene og den omgivende kledning. Bremsvirkningen av haspelen er hensiktsmessig regulerbar slik at forspenningen av lyslederfiberen ovenfor dens kledning kan forandres og tilpasses de til en hver tid forekommende krav.

Den på denne måte fremstilte, i seg selv forspente lysbølgeleder kan kappes i passende lengder fra en lagerbeholdning og uten videre forberedelse festes løst på den respektive konstruksjonsdel som skal overvåkes, med en vilkårlig, men spesielt også krummet linjeføring og f.eks. klebes til denne eller anbringes i dens masse. Den kan istedenfor en lyslederfiber også ha flere lyslederfibre som er anbragt i den samme mantel og som også kan være forskjellig forspent, for å kunne benytte den samme lysbølgeleder for forskjellige belastningsområder, idet enten den ene eller den andre eller også begge lyslederfibrene forbindes til det optiske måle- og overvåkingsapparat.

Oppfinnelsen er ikke begrenset til de viste og omtalte utførelseseksempler, men en rekke forandringer og utvidelser er mulig uten å overskride oppfinnelsens ramme. For eksempel er det mulig å forbinde lysbølgelederne i flere konstruksjonsdeler med hverandre og koble dem sammen til et optisk måle- og behandlingsapparat. Dessuten kan lysbølgeledere forspent til konstruksjonsdelen såvel som i seg selv, benyttes til overvåking av de forskjelligste konstruksjonsdeler av fartøyer, maskiner, byggverk etc., som er utsatt for periodiske eller vekslende deformasjoner og belastninger.

PATENTKRAV:

1. Konstruksjonsdel (10; 16; 21; 32; 35) med lysbølgeledere (13; 18; 24; 25; 30; 37), som tjener til overvåking av deformasjonene av konstruksjonsdelen og er festet i eller på denne under mekanisk forspenning, k a r a k t e r i s e r t v e d at lysbølgelederne (13; 18; 24; 25; 30; 37) er fast forbundet med konstruksjonsdelen (10; 16; 21; 32; 35) over i det minste en del av dens lengde og forspent i en slik grad at de utsettes for strekkspenning selv når deformasjoner forårsaket av kompresjon, krymping eller siging forekommer i konstruksjonsdelen (10; 16; 21; 32; 35).
2. Konstruksjonsdel i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at lysbølgelederne (24; 25; 30) er lagt i kledningsrør (26; 27; 31) som er anordnet i eller utenpå konstruksjonsdelen (21; 32 resp. 16) og fast forbundet med denne, og at lysbølgelederne (24; 25; 30) er forspent mekanisk i kledningsrørene (26; 27; 31) og ved innpressing i kledningsrøret (26; 27; 31) med en til dette og til lysbølgelederen (24; 25; 30) heftende masse, i det minste over en del av sin lengde fast forbundet med kledningsrøret (26; 27; 31), hvorved strekkraften generert i de optiske bølgeledere overføres til kledningsrøret.
3. Konstruksjonsdel i henhold til krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at lysbølgelederne (30) er anordnet på eller i konstruksjonsdelen (32) slik at de følger strekkspenningsforløpet.
4. Konstruksjonsdel i henhold til krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at lysbølgelederne (13; 24; 25; 37) er anordnet på de utvendige flater eller i det indre av konstruksjonsdelen (10; 21; 35) parallelt til kraftretningen.
5. Konstruksjonsdel i henhold til et av kravene 2-4,

k a r a k t e r i s e r t v e d at lysbølgelederne (24; 25) bare er fast forbundet med det omgivende kledningsrør (26; 27) i strekkspenningsområdet (Z_1 ; Z_2 ; Z_3) av konstruksjonsdelen (21) og i de andre områder er ført løst i kledningsrørene (26; 27).

6. Konstruksjonsdel i henhold til et av kravene 1-5, k a r a k t e r i s e r t v e d at lysbølgelederne (13; 18) er forspent ved stedet for deres anbringelse og over hele sin lengde er forbundet med konstruksjonsdelen ved klebing eller innleiring i dens masse.

7. Konstruksjonsdel i henhold til et av kravene 1-5 med minst én lyslederfiber i en mantel som omgir denne, k a r a k t e r i s e r t v e d at lyslederfibrene (40) er forspent mot den omgivende mantel (41) og under aksial strekkspenning forbundet med mantelen (41) over hele sin lengde.

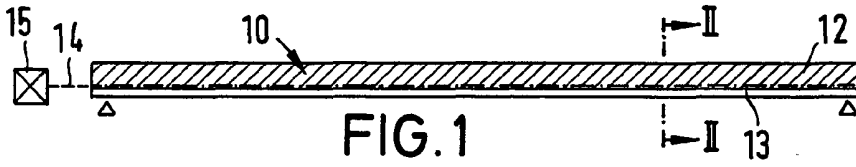


FIG. 1

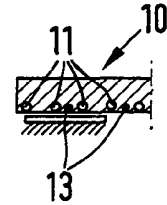


FIG. 2

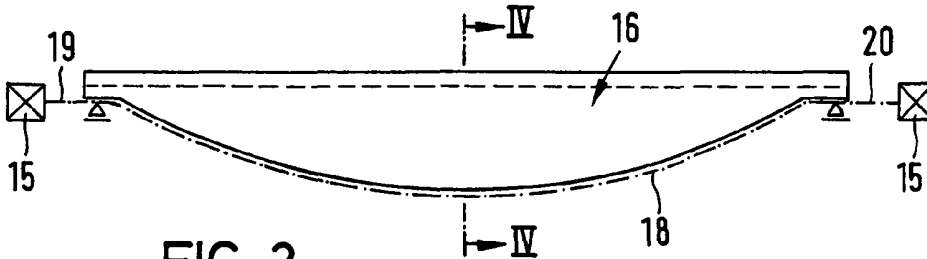


FIG. 3

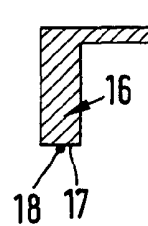


FIG. 4

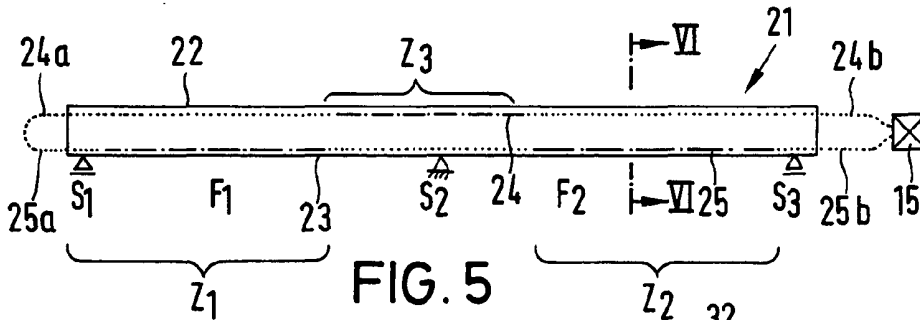


FIG. 5

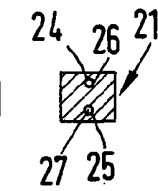


FIG. 6

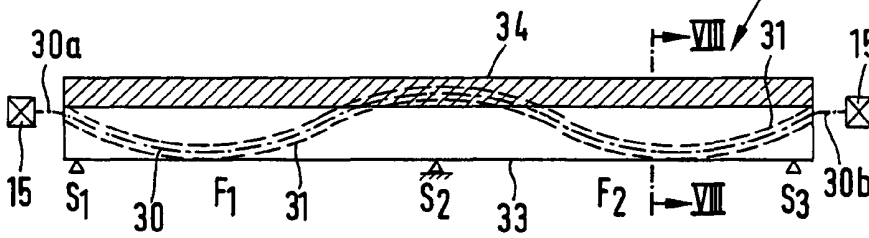


FIG. 7

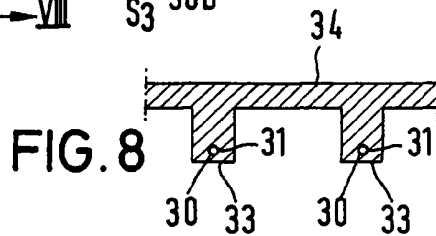


FIG. 8

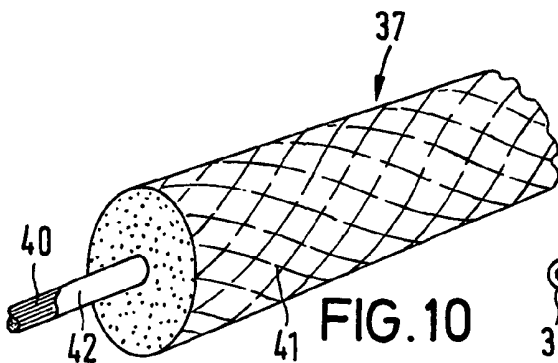


FIG. 10

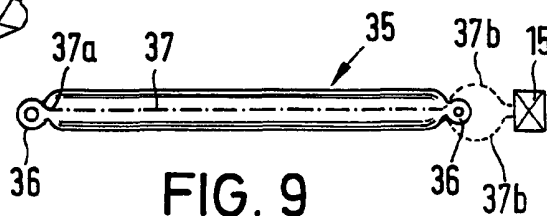


FIG. 9