



FI0000929588

**(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT****92958****C (45) Patentti myönnetty
Patent beviljat 25 01 1993**

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

G 01H 9/00, G 01B 9/02

S U O M I - F I N L A N D**(FI)****Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen**

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	890120
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	10.01.89
(24) Alkuperäpäivä - Löpdag	10.01.89
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	12.07.89
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	14.10.94
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	
	11.01.88 US 142889 P

(71) Hakija - Sökande

1. **United Technologies Corporation**, United Technologies Building, 1 Financial Plaza,
Hartford, Conn. 06101, USA, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. **Waters, James P.**, 41 Pinnacle Road, Ellington, Conn. 06029, USA, (US)(74) Asiamies - Ombud: **Forssén & Salomaa Oy**

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

**Menetelmä ja laite värähtelyn mittaamista varten
Förfarande och anordning för mätning av svängning**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

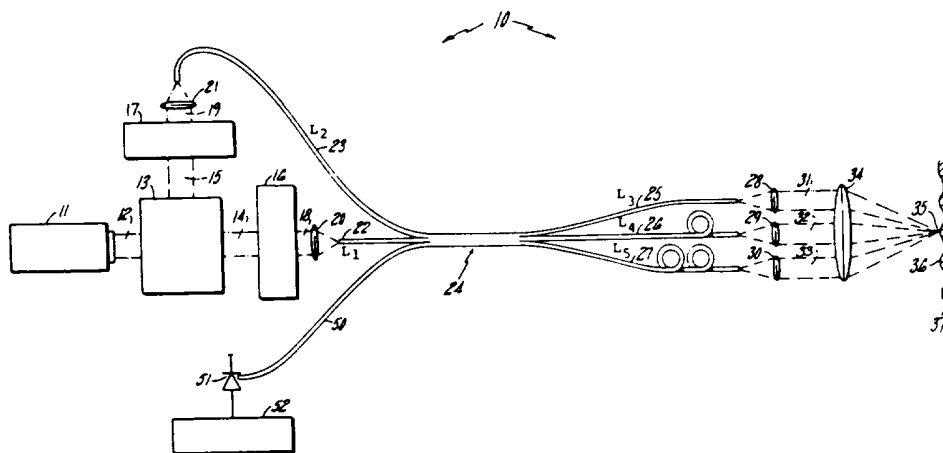
FI B 66690 (G 01B 9/02), SE B 418904 (G 01H 9/00), US A 4395121 (G 01B 11/26),
US A 4627731 (G 01B 9/02)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Värähtelevän kohteen pinnan ennalta määrätyn alueen liikettä mitataan erottamalla lasersäde, jolla on ennalta määrätty koherenssipituus, mittaussäteeksi ja vertailusäteeksi. Vertailusädettä viivästetään sitten mittaussäteen suhteen ennalta määrätyn aikavälin verran, joka riittää mittaussäteelle ennalta määrätyn, vähintään koherenssipituutta vastaavan matkan kulkemiseen, ennen sen yhdistämistä mittaussäteeseen yhdistetyn säteen muodostamiseksi. Yhdistetty säde jaetaan sitten useisiin olennaisesti yhtä voimakkaisiin osasäteisiin, joista kukin ohjataan pitkin erillistä reittiä paikkaan, jonka etäisyys ennalta määrätystä alueesta on olennaisesti puolet matkasta, jonka valo kulkee sanotun ennalta määrätyn aikavälin aikana vastaavan paikan ja ennalta määrätyn alueen välillä. Ennalta määrätty osuus kustakin osasäteestä heijastetaan vastaavasta paikasta takaisin vastaavalle reitille, kun taas loppuosa kustakin osasäteestä suunnataan ennalta määrättyyn alueeseen tarkoituksena, että ainakin suurin osa siitä palaa takaisin kohti asianomaista paikkaa ja vastaavalle reitille, mihin liittyy palaavan mittaussädeosan koherentti

interferenssi saman osasäteen heijastuneen vertailusädeosan kanssa. Palaavat valonsäteet demoduloidaan osoituksen saamiseksi ennalta määrätyn alueen liikkeestä.

Rörelsen av ett på förhand bestämt område av en yta av ett vibrerande objekt mäts genom att separera en laserstråle med på förhand bestämd koherenslängd i en mätstråle och en referensstråle. Referensstrålen fördröjs sedan i förhållande till mätstrålen med en på förhand bestämd tidsintervall som räcker till för att mätstrålen skall löpa en på förhand bestämd längd svarande mot minst koherenslängden, innan den förenas med mätstrålen för att bilda en kombinerad stråle. Den kombinerade strålen delas sedan in i flera väsentligen lika starka delstrålar, av vilka var och en styrs längs med en separat bana till ett ställe vars avstånd från det på förhand bestämda området är väsentligen hälften av den sträcka som ljuset löper under nämnda på förhand bestämda tidsintervall mellan ovan nämnda ställe och det på förhand bestämda området. Den på förhand bestämda andelen av var och en delstråle reflekteras tillbaka till respektive ställe tillbaka till respektive bana, medan resten av var och en delstråle riktas mot det på förhand bestämda området med den avsikten att åtminstone den största delen av denna kommer tillbaka därifrån till respektive ställe och respektive bana till vilken den koherenta interferensen av mätstråldelen som kommer tillbaka ansluter sig tillsammans med den reflekterade referensstråldelen av samma delstråle. De återkastade ljusstrålarna demoduleras för att få en indikation på rörelsen av det på förhand bestämda området.



Menetelmä ja laite värähtelyn mittaamista varten
Förfarande och anordning för mätning av svängning

5

Keksintö kohdistuu interferometrisiin mittausjärjestelmiin ja erityisesti optisiin mittalaitteisiin, ja olennaista siinä on yhteisillä optisilla kulkuteilla varustettujen interferometriä käyttä.

10

Keksinnön kohteena on menetelmä värähtelevän kohteen pinnan ennalta määrätyn alueen liikkeen mittaamista varten, joka sisältää vaiheet, joissa: kehitetään lasersäde, jolla on ennalta määrätty koherenssipituus; erotetaan lasersäde mittaussäteeksi ja vertailusäteeksi; viivästetään vertailusädettä mittaussäteen suhteen ennalta määrätyn aikavälin verran, joka riittää mittaussäteelle ennalta määrätyn, vähintään koherenssipituutta vastaavan matkan kulkemiseen; yhdistetään siten viivästetty vertailusäde mittaussäteeseen yhdistetyn säteen muodostamiseksi; jaetaan yhdistetty säde useiksi olennaisesti yhtä voimakkaiksi osasäteiksi; ohjataan kukin osasäteistä pitkin erillistä reittiä erilliseen liittyvään paikkaan, jonka etäisyys ennalta määrätystä alueesta on olennaisesti puolet matkasta, jonka valo kulkee ennalta määrätyn aikavälin aikana vastaavan liittyvän paikan ja ennalta määrätyn alueen välillä paikalla olevassa väliaineessa tai väliaineissa; heijastetaan ennalta määrätty osa kustakin osasäteestä vastaavasta liittyvästä paikasta takaisin vastaavalle reitille.

Keksinnön kohteena on myös laite värähtelevän kohteen pinnan ennalta määrätyn alueen liikkeen mittaamista varten, joka sisältää laitteen sellaisen lasersäteen kehittämiseksi, jolla on ennalta määrätty koherenssipituus; laitteen lasersäteen erottamiseksi mittaussäteeksi ja vertailusäteeksi; laitteen vertailusäteen viivästämiseksi mittaussäteen suhteen ennalta määrätyn aikavälin verran, joka riittää mittaussäteelle ennalta määrätyn, vähintään koherenssipituutta vastaavan matkan kulkemiseen; laitteen siten viivästetyn vertailusäteen yhdistämiseksi mittaussäteeseen yhdistetyn säteen muodostamiseksi; laitteen yhdistetyn säteen jakamiseksi useisiin olennaisesti yhtä voimakkaisiin osasäteisiin; laitteen kunkin osasäteen ohjaamiseksi

pitkin erillistä reittiä erilliseen liittyvään paikkaan, jonka etäisyys ennalta määrätystä alueesta on olennaisesti puolet matkasta, jonka valo kulkee ennalta määrätyn aikavälin aikana vastaavan liittyvän paikan ja ennalta määrätyn alueen välillä paikalla olevassa väliaineessa tai väliaineissa; laitteen ennalta määrätyn osan kusta-

5 kin osasäteestä heijastamiseksi vastaavasta liittyvästä paikasta takaisin vastaavalle reitille.

Kuluneina vuosikymmeninä on kehitetty erilaisia interferometrisiä mittausten menetelmiä ja -laitteita, ja niitä käytetään edelleen. Optisten kuitujen tehdessä tuloaan on tuotu esiin suuri määrä interferometrisiä mittaustekniikoita, joissa käytetään kuituoptiikkaa. Sellaisia menetelmiä sovelletaan laajasti mekaanisten osien värähtelyn ja dynaamisen vääristymän mittaamisessa. Sitäpaitsi kuituoptiset

10 interferometrit sopivat erityisesti mittaustekniikkaan joustavuutensa ja niissä käytettävien komponenttien koon vuoksi.

Tekniikan tason kuituoptisiin interferometreihin sisältyvät muunnelluiksi Mach-Zehnderin ja Twyman-Greenin interferometreiksi luonnehditut interferometrit. Yksinkertaisimmissa muodoissaan nämä interferometrit käyttävät koherentista lähteestä saatua, kahdeksi säteeksi jaettua valoa. Toinen näistä säteistä muodostaa vertailusäteen ja kulkee pituudeltaan kiinteätä optista reittiä pitkin. Toinen säde muodostaa mittaussäteen, ja se ohjataan optiselle reitille, jonka

15 pituutta mitattavana oleva ulkoinen kohde tai työkappale muuttaa. Vertailu- ja mittaussäteet yhdistetään sen jälkeen koherentisti uudelleen muodostamaan interferenssikuvio, joka osoittaa mekaanisen osan värähtelyn tai dynaamisen vääristymän.

Sekoitusmenetelmää käyttävät (engl.: heterodyne) optiset interferometrit ovat myös alalla hyvin tunnettuja. Nämä laitteet ovat samantyyppisiä kuin Mach-Zehnderin ja Twyman-Greenin peruserferometrit, mutta niitä on muunneltu sisällyttämällä niihin optinen modulaattori, joka muuttaa vertailu- ja/tai mittaussäteen optista taajuutta.

20 Kuten Mach-Zehnderin ja Twyman-Greenin peruserferometreissäkin värähtelevä ulkoinen kohde muuttaa mittaussäteen optisen kulkureitin pituutta. Vertailu- ja mittaussäteet yhdistetään sen jälkeen taas

uudelleen ja tuotetaan taajuusmoduloinnilla (FM) säde, jonka kantoaalto-
taajuus on sama kuin optisen modulaattorin taajuus, ja ulkoisen koh-
teen värähtely tai dynaaminen vääristymä aiheuttaa poikkeamia kanto-
aaltotaajuudesta. Ulkoisen kohteen liikkeen aiheuttamat poikkeamat
5 saadaan sitten erotetuksi tavanomaisilla FM-demodulointimenetelmil-
lä.

Tekniikan tason kuituoptisissa mittausjärjestelmissä vertailu- ja
mittaussäteet ohjataan tavallisesti pitkin optisia kulkureittejä,
10 jotka sisältävät erilliset optiset kuidut. Tämä rakenne takaa sen,
että vertailussa kohteesta palaavan tuntemattomalla tavalla Doppler-
siirtyneen aaltorintaman kanssa käytetään todella seisovaa aaltorin-
tamaa. Optiset kuidut toimivat kuitenkin mikrofoneina poimien ympä-
ristöstä sen kohinaa. Tämä ympäristön kohinasignaali koostuu epätoi-
15 vottavista Doppler-siirtymistä, jotka johtuvat ympäristöstä tulevis-
ta värähtelyistä ja siihen liittyvistä muutoksista mittaus- tai ver-
tailusädettä kuljettavan optisen kuidun taitekertoimessa, ja se sum-
mautuu kohteesta, jonka liikettä ollaan mittaamassa, mitattuun vä-
rähätelysignaaliin tuottaen vääristymää palaavaan valonsäteeseen si-
20 sälytyvään todellista värähtelytaajuutta ja amplitudia koskevaan in-
formaatioon. Tämä on itse asiassa estänyt tavanomaisten tai sekoi-
tusmenetelmää käyttävien kuituoptisten interferometriä käytön tyy-
pillisissä tuotantoympäristöissä.

∴ 25 Tämän haitan välttämiseksi julkiseksi tulleessa US-patentissa
4627731, joka on myönnetty 9.2.1986 ja on nimeltään "Common Optical
Path Interferometric Gauge" on esitetty sellaisen laserlähteen käyt-
tämistä, joka tuottaa suhteellisen lyhyen koherenssipituuden omaavan
lasersäteen, sekä vertailu- ja mittaussäteiden yhdistämistä sen jäl-
30 keen, kun vertailusädettä on viivästetty mittaussäteen suhteen sel-
laisen aikavälin verran, että vertailusäde on mittaussäteestä jäl-
∴ jessä ainakin edellä mainitun koherenssipituuden mittaisen matkan,
mutta mieluummin enemmän, jonka jälkeen siten yhdistetyn säteen an-
netaan edetä yhteistä reittiä pitkin, erityisesti optisessa kuidus-
35 sa, kohti paikkaa, jonka etäisyys kohteen pinnasta, jonka liikettä
on tarkoitus mitata, on olennaisesti puolet edellä mainitusta mat-
∴ kasta. Edellä mainitussa paikassa osa yhdistetystä säteestä heijas-

tetaan takaisin yhteiselle reitille, kun taas loppuosa yhteisestä säteestä osuu kohteen pinnan ennalta määrätylle alueelle ja palaa siitä takaisin edellä mainittuun paikkaan ja yhteiselle reitille, missä palannut osa mittaussäteestä, johon edellä mainitun alueen liike on vaikuttanut, interferoi koherentisti sen vertailusädeosan osuuden kanssa, joka on heijastunut edellä mainitusta paikasta takaisin yhteiselle reitille.

Vaikka tässä lähestymistavassa on olennaisesti vältetty edellä mainittu ongelma, koska ympäristön kohina vaikuttaa sekä mittaussäteeseen että vertailusäteeseen olennaisesti samalla tavalla saaden aikaan ympäristön kohinan vaikutuksen häviämisen interferenssikuvios- ta, tämällyyppisessä interferometrisessä laitteessa on edelleen se haittapuoli, että se on riippuvainen edellä mainitun paikan sijain- nista mitä tulee täpläkuvioon, joka muodostuu, kun yhdistetyn säteen loppuosa palaa takaisin kohteen pinnan liikkuvalla alueella. Yksi- tyiskohtaisemmin tarkasteltuna edellä mainitulla alueella on äärel- linen pinta-ala ja siinä on pinnan epäsäännöllisyyksiä, jotka suu- ruudellaan kykenevät vääristämään palaavan yhdistetyn säteen aalto- rintamaa myös silloin, kun kohteen pinnan laatu on erittäin hyvä, niin että loppuosa yhdistetystä säteestä siroaa jonkin verran hei- jastuessaan edellä mainitulta alueelta ja muodostaa täpläkuvion, jossa on kirkkaita ja tummia täpliä palaavassa yhdistyneessä sätees- sä tapahtuneen interferenssin johdosta. Ilmeisistä syistä johtuen ei ole aina mahdollista varmistaa sitä, että edellä mainittu paikka sijaitsee kirkkaassa täplässä; kun näin ei ole, tapahtuu signaalin menetys johtuen palaavan valon alhaisesta tai olemattomasta inten- siteetistä edellä mainitussa paikassa, koska se sijoittuu tummalle täplälle.

Niin muodoin keksinnön yleisenä tarkoituksena on välttää tekniikan tason haittapuolet.

Erityisesti keksinnön tarkoituksena on saada aikaan värähtelevän kohteen liikkeen mittaamiseksi menetelmä, jossa ei ole tämänkaltais- ten tunnettujen menetelmien haittapuoletia.

Keksinnön vielä eräänä tarkoituksena on siten kehittää tässä tarkastelun alaisena olevaa tyyppiä oleva menetelmä, joka käytännöllisesti katsoen varmistaa sen, että saadaan luotettavat mittaustulokset huolimatta täpläkuvion esiintymisestä.

5

Samanaikaisesti keksinnön tarkoituksena on saada aikaan sellainen mittalaite, jolla edellä mainittua tyyppiä oleva menetelmä pystytään toteuttamaan.

10 Keksinnön tarkoituksena on lisäksi edellä mainitun mittalaitteen suunnitteleminen sillä tavoin, että sillä saadaan luotettavia mittaustuloksia huolimatta edellä mainitun paikan sijainnista täpläkuvion suhteen.

15 Keksinnön vielä eräänä tarkoituksena on toteuttaa edellä mainittua tyyppiä oleva peililaite sillä tavoin, että se on rakenteeltaan suhteellisen yksinkertainen, halpa valmistaa, helppo käyttää ja silti toiminnaltaan luotettava.

20 Näiden tarkoitusten ja alla olevasta esille tulevien muiden tarkoitusten mukaisesti keksinnön mukaiselle menetelmälle on pääasiallisesti tunnusomaista se, että menetelmä sisältää vaiheet, joissa: suunnataan loppuosa kustakin osasäteestä vastaavasta liittyvästä paikasta ennalta määrättyyn alueeseen tarkoituksena, että se palaa
25 ennalta määrätystä alueesta ainakin suurimmaksi osaksi takaisin kohti asianomaista liittyvää paikkaa, täpläkuvion muodossa, joka sisältää tummia täpliä, jotka saattavat olla sijoittuneina ainakin yhteen mutta ei kaikkiin mainituista liittyvistä paikoista, ja vastaavalle reitille, mihin liittyy vastaavan osasäteen siten palanneen loppu-
30 puosan mittaussädeosan koherentti interferenssi asianomaisen osasäteen ennalta määrätyn osan vertailusädeosan kanssa tuloksena palaava valonsäde, joka on moduloitu riippuen ennalta määrätyn alueen liikkeestä vastaavan liittyvän paikan suhteen paitsi, kun yksi tummista täplistä sattuu yhteen mainitun liittyvän paikan kanssa; sekä demoduloidaan yhdellä demodulaattorilla yhdessä kaikki palaavista valonsäteistä osoituksen saamiseksi näiden joukosta niistä, joihin tummat
35 täplät eivät ole vaikuttaneet, ennalta määrätyn alueen liikkeestä.

Keksinnön mukaiselle laitteelle on pääasiallisesti tunnusomaista se, että laite sisältää laitteen loppuosan kustakin säteestä suuntaamiseksi vastaavasta liittyvästä paikasta ennalta määrättyyn alueeseen tarkoituksena, että se palaa ennalta määrätystä alueesta ainakin suurimmaksi osaksi takaisin kohti asianomaista liittyvää paikkaa, täpläkuvion muodossa, joka sisältää tummia täpliä, jotka saattavat olla sijoittuneina ainakin yhteen mutta ei kaikkiin mainituista liittyvistä paikoista ja vastaavalle reitille, mihin liittyy vastaavan osasäteen siten palanneen loppuosan mittaussädeosan koherentti interferenssi asianomaisen osasäteen ennalta määrätyn osan vertailusädeosan kanssa tuloksena palaava valonsäde, joka on moduloitu riippuen ennalta määrätyn alueen liikkeestä vastaavan liittyvän paikan suhteen paitsi, kun yksi tummista täplistä sattuu yhteen mainitun liittyvän paikan kanssa; sekä yhden demodulaattorilaitteen kaikkien palanneiden valonsäteiden demoduloimiseksi yhdessä osoituksen saamiseksi näiden joukosta niistä, joihin tummat täplät eivät ole vaikuttaneet, ennalta määrätyn alueen liikkeestä.

Erityinen etu, joka keksinnön mukaisen menetelmän ja laitteen käytöstä saadaan on se, että paikkoja, joissa mittaussäteen palaavan osan interferenssi vertailusäteen heijastuneen osan kanssa tapahtuu, on useita, niin että on hyvin epätodennäköistä, ellei mahdotonta, että kaikki nämä paikat sattuisivat täpläkuvion tummille alueille. Ottaen huomioon tosiasian, että yhdestä sellaisesta paikasta saatu interferenssikuvio palaute riittää kohteen ennalta määrätyn alueen liikkeen ilmaisemiseen ja arvioimiseen, keksinnön mukainen menetelmä ja laite käytännöllisesti katsoen varmistavat sen, että osoitus saadaan kaikissa olosuhteissa niin kauan, kuin edellä mainitut paikat sijaitsevat ennalta määrättyllä etäisyysalueella ennalta määrätystä alueesta ja yhdistetyt säteet suunnataan tähän alueeseen.

Keksintö kuvataan seuraavassa yksityiskohtaisemmin viitaten liittyviin piirustuksiin, joista:

Kuvio 1 on jonkin verran yksinkertaistettu pystykuva keksintöä soveltavasta mittalaitteesta sivusta katsottuna,

Kuvio 2 on aksiaalisesti osittain leikattu pystykuva sivusta katsotuna kuviossa 1 esitetyn suhteen jossain määrin modifioidun mittalaitteen lieriöosasta,

- 5 Kuvio 3 on päätykuva lieriöosan eräästä yksityiskohdasta kuvion 2 kohdasta 3-3,

Kuvio 4 on graafinen esitys signaalitason ja matkan pituuseron välisestä riippuvuudesta, kun käytetään yksimuotoista kuitua, ja

10

Kuvio 5 on kuviota 4 vastaava kuva, kun käytetään monimuotoista kuitua, jonka ytimen halkaisija on 10 mikronia.

- Viitaten nyt yksityiskohtaisiin piirustuksiin ja ensiksi kuvioon 1
15 havaitaan, että viitenumeroa 10 on käytetty siinä osoittamaan keksinnön mukaisesti toteutettua interferometristä mittalaitetta, jossa käytetään hyväksi optisia kuituelementtejä, kokonaisuudessaan. Mittalaite 10 sisältää laserlähteen 11, esimerkiksi tyyppimerkinnällä Sharp LT023MC markkinoidun, joka toimii 780 nanometrin aallonpituudella.
20

- Laserlähde 11 lähettää lasersäteen 12, jolla on suhteellisen lyhyt koherenssipituus. Lasersäde 12 tulee säteenjakoalaitteeseen 13, joka voi sisältää kuituoptisen kytkijän, edeltävän kokoavan linssin ja
25 sitä seuraavat kollimoivat linssit ja joka jakaa lasersäteen 12 kahdeksi olennaisesti yhtä voimakkaaksi säteeksi 14 ja 15, jotka ovat toisiinsa nähden koherentteja. Osasäteen 14 nähdään olevan suunnattu modulaattoriin 16, joka on erityisesti kaupallisesti saatavissa oleva akusto-optinen modulaattori tai Braggin kenno, esimerkiksi modulaattori tyyppiä Hoya A-100. Modulaattori 16 siirtää osasäteen 14
30 taajuutta alaspäin esimerkiksi noin 75 MHz. Samalla tavoin nähdään, että osasäde 15 on suunnattu modulaattorille 17, jonka on edullista olla rakenteeltaan samanlainen kuin modulaattori 16. Modulaattori 17 siirtää osasäteen 15 taajuutta ylöspäin esimerkiksi noin 85 MHz,
35 niin että vastaavien kantoaalto moduloitujen lasersäteiden 18 ja 19, jotka tulevat vastaavilta modulaattoreilta 16 ja 17, välillä on 160 MHz taajuusero. On huomattava, että keksinnön käytännöllisessä so-

vellutusmuodossa käytetyt edellä mainitut taajuudet ja moduloivien taajuuksien jakautuminen eivät ole kriittisiä, ja niitä voidaan muuttaa joko taajuuseron muuttamiseksi tai sen säilyttämiseksi ja niiden määrien muuttamiseksi, joilla kaksi modulaattoria 16 ja 17 osaltaan vaikuttavat tähän eroon, äärimmäisessä tapauksessa siihen asti, että käytetään ainoastaan toista modulaattoreista 16 ja 17 eikä toiseen osasäteeseen 15 tai 14 kohdisteta lainkaan kantoaalto-modulointia. Vaihtoehtoisesti molemmat modulaattorit 16 ja 17 voidaan jättää pois, jos osasäteisiin 14 ja 15 ei haluta kantoaalto-modulointia.

Joka tapauksessa kantoaalto-moduloidut osasäteet 18 ja 19 (ja/tai moduloimattomat osasäteet 14 ja 15) kootaan vastaavilla linsseillä 20 ja 21 vastaaviin optisiin kuituihin tai kuituosiin 22 ja 23, joiden nähdään johtavan toiselta puolelta kuituoptiseen 3x3-kytkijään. Kuituosalla 22 on ennalta määrätty pituus L_1 ja kuituosalla 23 pituus L_2 pituuden L_2 ylittäessä pituuden L_1 matkalla, joka on vähintään yhtä suuri kuin edellä mainittu koherenssipituus, mutta mieluummin ylittää sen. Tämän seurauksena on tilanne, jossa mikä tahansa optisessa kuituosassa 23 etenevän osasäteiden alue saavuttaa kuituoptisen kytkijän 24 ennalta määrättyä aikaväliä, joka vastaa valon kulkuai-kaa edellä mainitun matkan yli, myöhemmin kuin vastaava optisessa kuituosassa 22 etenevän osasäteiden koherentti alue, niin että valo ei ole sellaisilla alueilla keskenään koherenttia, kun on tultu hetkeen, jolloin sellaiset alueet saavuttavat kytkijän 24.

Kytkijässä 24 nämä osasäteet yhdistetään toisiinsa epäkoherentisti menettämättä niiden identiteettiä mittaussäteenä (kuidulta 22) ja vertailusäteenä (kuidulta 23), ja yhdistetty säde jaetaan sitten kolmeksi olennaisesti yhtä suureksi osasäteeksi, jotka lähtevät kytkijästä 24 sen toiselta puolelta ja ohjataan vastaaviin optisiin kuituihin 25, 26 ja 27. Optisista kuiduista 25, 26 ja 27 on suositeltavimmin muodostettu yksi valokaapeli. Kun joku osasäteistä saavuttaa vastaavan kuidun 25, 26 tai 27 päätympinnan, osa siitä heijastuu tästä päätympinnasta (tai tälle päätympinnalle levitetystä pinnoitteesta) takaisin asianomaiseen kuituun 25, 26 tai 27 edetäkseen takaisinpäin kohti kytkijää 24.

Loppuosa vastaavasta osasäteestä lähtee vastaavan kuidun 25,26 tai 27 päästä ja se kollimoidaan vastaavalla linssillä 28,29 tai 30 muodostamaan vastaavan osasäteen kollimoitu loppuosa 31,32 tai 33, ja kollimoitunut osasäteiden loppuosat kohdistetaan jaetulla linssillä 34 kohteen, jonka värähtelyitä on tarkoitus mitata, pinnan 36 alueelle 35. Ainakin osa valosta, joka saavuttaa pinnan 35, palaa takaisin tavallisesti sironneena säteilynä, joka, kuten hyvin tiedetään, muodostaa täpläkuvion kuitujen 25,26 ja 27 pääty pintojen tasoon. Kun siten palannut valo saavuttaa vastaavan kuidun pääty pinnan, se interferoi minkä tahansa valon kanssa, jonka kanssa se on koherenttia. Tämä tarkoittaa sitä, että palaavan valon mittaussädeosa interferoi yhdistetyn säteen heijastuneen osuuden vertailusädeosan kanssa asianomaisessa optisessa kuituosassa 25,26 tai 27.

Palaava mittaussädeosa, joka on peräisin yhdestä optisesta kuituosasta, esimerkiksi osasta 25, saattaisi kuitenkin interferoida myös heijastuneen osuuden vertailusädeosan kanssa muissa optisissa kuituosissa, esimerkiksi osissa 26 ja 27. Tämä saattaisi antaa virheellisiä tuloksia. Tämän mahdollisuuden välttämiseksi optisilla kuituosilla 25,26 ja 27 on eri pituudet L_3, L_4 ja L_5 pituuksien L_4 ja L_5 ollessa suurempia kuin pituus L_3 ja toisen niistä ollessa suurempi kuin toinen, kuten osoittavat yksi silmukka kuituosassa 26 ja kaksi silmukkaa kuituosassa 27, sekä niiden ollessa vähintään ennalta määrättyssä suhteessa edellä mainittuun matkaan L_2-L_1 . Keksinnön mukaan tämä suhde on suositeltavimmin luvun 3 kokonainen moninkerta. Tämä varmistaa sen, että joko mittaussädeosan tai vertailusädeosan palaavat loppuosat, jotka ovat peräisin jostakin kuidusta 25,26 tai 27, eivät interferoi koherentisti niiden joko mittaussädeosan tai vertailusädeosan heijastuneiden osuuksien kanssa, jotka etenevät jossakin muussa kuidussa 26,27 tai 25.

Palaavat valonsäteet, jotka etenevät optisissa kuituosissa 25,26 ja 27 saavuttavat lopulta optisen kytkijän, jossa osasäteet yhdistetään uudelleen toisiinsa, ja osa siten uudelleen yhdistetystä valonsäteestä ohjataan vielä yhden kuituosan 50 kautta valoilmaisimelle 51, joka muuttaa valosignaalin sähköiseksi signaaliksi hyvin tunnetulla tavalla. Tämä sähköinen signaali demoduloidaan sitten missä tahansa

rakenteeltaan tunnetussa demodulaattorissa 52, erityisesti FM-demodulaattorissa, osoituksen saamiseksi alueen 35 värähtelevästä liikkeestä.

- 5 Kuituosien 25,26 ja 27 päätypintojen paikkoja erottaa alueesta 35 etäisyys, joka on olennaisesti puolet matkasta, jonka valo kulkee ennalta määrätyn aikavälin aikana väliaineessa tai väliaineissa, jotka ovat näiden päätypintojen ja alueen 35 välissä.
- 10 Siirtyen nyt piirustusten kuvioihin 2 ja 3, joissa samat viitenumerot, joita on käytetty aikaisemmin, osoittavat vastaavia osia, voidaan nähdä, että viitenumero 38 osoittaa vaippaa, johon kuituosien 25,26 ja 27 etenemissuunnan puolella olevat päätyosat on sijoitettu ja joka on yhdistetty koteloon tai lieriöön 39. Sideosa 40 pidetään
- 15 olennaisesti keskellä koteloa 39 vastaavien tukiolakkeiden 41 avulla ja se sitoo kuituosien äärimmäiset päät paikkoihin, jotka on kuvattu kuviossa 3, so. tasasivuisen kolmion kulmiin. Kuituosien päätypinoista ulos tuleva valo kohdistetaan jaetulla linssillä 42, joka on asennettu koteloon 39 värähtelevän kohteen 37 pinnan 36 aluetta 35
- 20 päin. Tässä erityisessä toteutuksessa kuituosista 25,26 ja 27 lähtevien yhdistetyn säteen loppuosien muodostamat polttopisteet eivät tavallisesti yhdy, mutta ovat silti riittävän lähellä toisiaan sen varmistamiseksi, että yhden ja saman alueen 35 värähtelyitä mitataan.
- 25
- Keksinnön mukaisessa laitteessa on erityisen edullista käyttää monimuotoista optista kuitua, jossa esiintyy rajoitettu määrä aaltomuotoja, esimerkiksi sellaista, jonka ytimen halkaisija on noin 10 mikronia. Syy tähän käy selville piirustusten kuvioiden 4 ja 5 vertaamisesta toisiinsa. Yksityiskohtaisemmin tarkasteltuna, jos käytettäisiin yksimuotoista kuitua, signaalitasossa tapahtuisi huomattavia muutoksia riippuen reitin pituuden epäsovituksesta tai erosta interferometrin haarojen välillä. Tämä nähdään kuviosta 4 tapaukselle, jossa on käytetty GO-1000-laserdiodia laserlähteenä ilmaisuelektronikan kohinarajan ollessa -108 dBm. Kun toisaalta monimuotoista
- 35 kuitua on käytetty interferometrin haaroissa tunnusomainen ripsuprofiili toistuu useita kertoja. Yksittäiset profiilit menevät päällekkä-

käin vastaten eroja eri aaltomuotojen kulkemissa matkoissa. Lopputuloksena kokonaisuudessaan on, kuten nähdään piirustusten kuviosta 5, olennaisesti tasaisempi ripsumainen profiili. Sen seurauksena monimuotoisesta järjestelmästä saadut signaalitasot ovat selvemmin järjestelmälle ominaisen kohinatason yläpuolella suuremmalle reittien
5 pituuden epäsovitukselle kuin yksimuotoisia kuituja käytettäessä tuottaen parannetun mittausalueen laserdiodeille, joiden koherenssipituus on rajoitettu.

10 Vaikka keksintö on kuvattu mittalaitteen erityisessä sovellutusmuodossa toteutettuna, on huomattava, että keksintö ei rajoitu tähän erityiseen esimerkkiin, vaan keksinnön suojapiiri sen sijaan määritellään yksinomaan oheen liitetyissä patenttivaatimuksissa.

15

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä värähtelevän kohteen (37) pinnan (36) ennalta määrätyn alueen (35) liikkeen mittaamista varten, joka sisältää vaiheet,
5 joissa:
- kehitetään lasersäde (12), jolla on ennalta määrätty koherenssipituus;
- 10 erotetaan lasersäde (12) mittaussäteeksi (14) ja vertailusäteeksi (15);
- viivästetään vertailusädettä (15) mittaussäteen (14) suhteen ennalta määrätyn aikavälin verran, joka riittää mittaussäteelle ennalta määrätyn, vähintään koherenssipituutta vastaavan matkan kulkemiseen;
15
- yhdistetään (24) siten viivästetty vertailusäde mittaussäteeseen yhdistetyn säteen muodostamiseksi;
- 20 jaetaan (24) yhdistetty säde useiksi olennaisesti yhtä voimakkaiksi osasäteiksi;
- ohjataan kukin osasäteistä pitkin erillistä reittiä (25,26,27) erilliseen liittyvään paikkaan, jonka etäisyys ennalta määrätystä alueesta (35) on olennaisesti puolet matkasta, jonka valo kulkee ennalta määrätyn aikavälin aikana vastaavan liittyvän paikan ja ennalta määrätyn alueen (35) välillä paikalla olevassa väliaineessa tai väliaineissa;
25
- 30 heijastetaan ennalta määrätty osa kustakin osasäteestä vastaavasta liittyvästä paikasta takaisin vastaavalle reitille (25,26,27);
- t u n n e t t u siitä, että menetelmä sisältää vaiheet, joissa:
- 35 suunnataan loppuosa (31,32,33) kustakin osasäteestä vastaavasta liittyvästä paikasta ennalta määrättyyn alueeseen (35) tarkoituksena, että se palaa ennalta määrätystä alueesta (35) ainakin suurim-

maksi osaksi takaisin kohti asianomaista liittyvää paikkaa, täpläkuvion muodossa, joka sisältää tummia täpliä, jotka saattavat olla sijoittuneina ainakin yhteen mutta ei kaikkiin mainituista liittyvistä paikoista, ja vastaavalle reitille, mihin liittyy vastaavan osasäteen siten palanneen loppuosan mittaussädeosan koherentti interferenssi asianomaisen osasäteen ennalta määrätyn osan vertailusädeosan kanssa tuloksena palaava valonsäde, joka on moduloitu riippuen ennalta määrätyn alueen liikkeestä vastaavan liittyvän paikan suhteen paitsi, kun yksi tummista täplistä sattuu yhteen mainitun liittyvän paikan kanssa; sekä

demoduloidaan yhdellä demodulaattorilla (52) yhdessä kaikki palaavista valonsäteistä osoituksen saamiseksi näiden joukosta niistä, joihin tummat täplät eivät ole vaikuttaneet, ennalta määrätyn alueen (35) liikkeestä.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että ohjaamisvaihe sisältää kunkin osasäteen rajoittamisen erilliseen optiseen kuituun (25,26,27).

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että viivästysvaihe sisältää mittaussäteen (14) ohjaamisen pitkin reittiä (22), jonka pituus (L_1) on ennalta määrätty, sekä vertailusäteen (15) ohjaamisen pitkin toista reittiä (23), jonka pituus (L_2) ylittää ennalta määrätyn pituuden (L_1) ennalta määrättyllä matkalla.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että viivästysvaihe sisältää mittaussäteen (14) rajoittamisen optiseen kuituun (22), jonka pituus (L_1) on ennalta määrätty, sekä vertailusäteen (15) rajoittamisen toiseen optiseen kuituun (23), jonka pituus (L_2) ylittää ennalta määrätyn pituuden (L_1) ennalta määrättyllä matkalla.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että se sisältää lisäksi vaiheen, jossa vähintään yhtä osasäteistä viivästetään toisen suhteen ennen niiden saapumista vastaa-

viin liittyviin paikkoihin ajalla, joka ylittää ennalta määrätyn aikavälin ja on siihen vähintään sellaisessa ennalta määrättyssä suhteessa, että heijastunut mittaussädeosa, joka on peräisin yhdestä osasäteestä saavuttaa erään toisen liittyvistä paikoista kuin tähän osasäteeseen liittyvä, epäkoherenttina sekä mittaus- että vertailusäteiden niiden osuuksien suhteen, jotka ovat heijastuneet tästä toisesta liittyvästä paikasta.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että ennalta määrätty suhde on luvun 3 kokonainen moninkerta.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että se sisältää lisäksi vaiheen, jossa palaavat valonsäteet yhdistetään uudelleen ennen demodulointivaihetta.

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että se sisältää lisäksi vaiheen, jossa vertailu- (15) ja mittaus- (14) säteistä vähintään toisen taajuutta siirretään ennen yhdistämistä ennalta määrättyllä kanta-aaltotaajuudella toisen säteen taajuuden suhteen siten, että palaavan valonsäteen ennalta määrätyn alueen (35) liikkeestä riippuva modulointi asettuu ennalta määrätyn kanta-aaltotaajuuden päälle.

9. Laite värähtelevän kohteen (37) pinnan (36) ennalta määrätyn alueen (35) liikkeen mittaamista varten, joka sisältää:

laitteen (11) sellaisen lasersäteen (12) kehittämiseksi, jolla on ennalta määrätty koherenssipituus;

laitteen (13) lasersäteen (12) erottamiseksi mittaussäteeksi (14) ja vertailusäteeksi (15);

laitteen (22,23) vertailusäteen (15) viivästämisestä mittaussäteen (14) suhteen ennalta määrätyn aikavälin verran, joka riittää mittaussäteelle (14) ennalta määrätyn, vähintään koherenssipituutta vastaavan matkan kulkemiseen;

laitteen (24) siten viivästetyn vertailusäteen (15) yhdistämiseksi mittaussäteeseen (14) yhdistetyn säteen muodostamiseksi;

5 laitteen (24) yhdistetyn säteen jakamiseksi useisiin olennaisesti yhtä voimakkaisiin osasäteisiin;

10 laitteen (25,26,27) kunkin osasäteen ohjaamiseksi pitkin erillistä reittiä erilliseen liittyvään paikkaan, jonka etäisyys ennalta määrätystä alueesta (35) on olennaisesti puolet matkasta, jonka valo kulkee ennalta määrätyn aikavälin aikana vastaavan liittyvän paikan ja ennalta määrätyn alueen (35) välillä paikalla olevassa väliaineessa tai väliaineissa;

15 laitteen (25,26,27 päätypinta) ennalta määrätyn osan kustakin osasäteestä heijastamiseksi vastaavasta liittyvästä paikasta takaisin vastaavalle reitille (25,26,27);

t u n n e t t u siitä, että laite sisältää:

20 laitteen (34) loppuosan kustakin säteestä suuntaamiseksi vastaavasta liittyvästä paikasta ennalta määrättyyn alueeseen (35) tarkoituksena, että se palaa ennalta määrätystä alueesta (35) ainakin suurimmaksi osaksi takaisin kohti asianomaista liittyvää paikkaa, täpläkuvion muodossa, joka sisältää tummia täpliä, jotka saattavat olla
25 sijoittuneina ainakin yhteen mutta ei kaikkiin mainituista liittyvistä paikoista ja vastaavalle reitille, mihin liittyy vastaavan osasäteen siten palanneen loppuosan mittaussädeosan koherentti interferenssi asianomaisen osasäteen ennalta määrätyn osan vertailusädeosan kanssa tuloksena palaava valonsäde, joka on moduloitu
30 riippuen ennalta määrätyn alueen liikkeestä vastaavan liittyvän paikan suhteen paitsi, kun yksi tummista täplistä sattuu yhteen mainitun liittyvän paikan kanssa; sekä

35 yhden demodulaattorilaitteen (52) kaikkien palanneiden valonsäteiden demoduloimiseksi yhdessä osoituksen saamiseksi näiden joukosta niistä, joihin tummat täplät eivät ole vaikuttaneet, ennalta määrätyn alueen liikkeestä (35).

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että ohjaamislaite (25,26,27) sisältää useita erillisiä optisia kuituja, joista kukin rajoittaa sisäänsä eri osasäteen.

5 11. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että viivästyslaite (22,23) sisältää laitteen mittaussäteen (14) ohjaamiseksi pitkin reittiä (22), jonka pituus (L_1) on ennalta määrätty, sekä vertailusäteen (15) ohjaamiseksi pitkin toista reittiä (23), jonka pituus (L_2) ylittää ennalta määrätyn pituuden (L_1) ennalta määrättyllä matkalla.
10

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että viivästyslaitteen (22,23) ohjaamislaite sisältää optisen kuidun (22), jonka pituus (L_1) on ennalta määrätty ja joka rajoittaa sisäänsä mittaussäteen (14), sekä toisen optisen kuidun (23), jonka pituus (L_2) ylittää ennalta määrätyn pituuden (L_1) ennalta määrättyllä matkalla ja joka rajoittaa sisäänsä vertailusäteen (15).
15

13. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että se sisältää vielä lisäviivästyslaitteen vähintään yhden osasäteistä viivästämiseksi toisen suhteen ennen niiden saapumista vastaaviin liittyviin paikkoihin ajalla, joka ylittää ennalta määrätyn aikavälin ja on siihen vähintään sellaisessa ennalta määrättyssä suhteessa, että heijastunut mittaussädeosa, joka on peräisin yhdestä osasäteestä saavuttaa erään toisen liittyvistä paikoista kuin tähän osasäteeseen liittyvä, epäkoherenttina sekä mittaussäde (14) että vertailusäde (15) säteiden niiden osuuksien suhteen, jotka ovat heijastuneet tästä toisesta liittyvästä paikasta.
20
25

30 14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että ennalta määrätty suhde on luvun 3 kokonainen moninkerta.

15. Patenttivaatimuksen 13 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että ohjaamislaite (25,26,27) sisältää useita erillisiä optisia kuituja, joista kukin rajoittaa sisäänsä eri osasäteen (31,32,33) ja joista yhdellä on ennalta määrätty pituus (L_3 , L_4 , L_5), sekä siitä, että vähintään yhdessä muista optisista kuiduista on yksi osa, jolla
35

on ennalta määrätty pituus, ja osan perään toinen osa, jonka pituus on ennalta määrättyssä suhteessa ennalta määrättyyn matkaan, lisävii-
västyslaitteen aikaansaamiseksi.

- 5 16. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, t u n n e t t u siitä,
että se sisältää lisäksi laitteen (34) palaavien valonsäteiden yh-
distämiseksi uudelleen ennen niiden saapumista demodulointilaitteel-
le (52).
- 10 17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen laite, t u n n e t t u siitä,
että kuituoptinen kytkijä muodostaa yhdistämis-, jako- ja uudel-
leenyhdistämislaitteet (24).
- 15 18. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, t u n n e t t u siitä,
että se sisältää lisäksi laitteen (16,17) vertailu- (15) ja mittaus-
(14) säteistä vähintään toisen taajuuden siirtämiseksi ennen niiden
saapumista yhdistämislaitteelle (24) ennalta määrättyllä kantoaalto-
taajuudella toisen säteen taajuuden suhteen siten, että palaavan
valonsäteen ennalta määrätyn alueen (35) liikkeestä riippuva modu-
20 lointi asettuu ennalta määrätyn kantoaaltotaajuuden päälle.

Patentkrav

1. Förfarande för mätning av rörelsen av ett på förhand bestämt område (35) av en yta (36) av ett vibrerande objekt (37), vilket innehåller följande steg:

man producerar en laserstråle (12) med på förhand bestämd koherenslängd;

10 delar in laserstrålen (12) i en mätstråle (14) och en referensstråle (15);

fördröjer referensstrålen (15) i förhållande till mätstrålen (14) med en på förhand bestämd tidsintervall som räcker till för att mätstrålen skall löpa en på förhand bestämd sträcka som åtminstone svarar mot koherenslängden;

förenar (24) den på detta sätt fördröjda referensstrålen med mätstrålen för att bilda en kombinerad stråle;

20

delar in (24) den kombinerade strålen i flera väsentligen likadana delstrålar;

leder var och en av delstrålarna längs en separat bana (25,26,27) till ett ställe vars avstånd från det på förhand bestämda området är väsentligen hälften av sträckan som ljuset löper inom nämnda på förhand bestämda tidsintervall mellan ifrågavarande ställe och det på förhand bestämda området (35) i det situerade mediet eller medierna;

30 reflekterar en på förhand bestämd del av var och en delstråle vid respektive ställe tillbaka till respektive bana (25,26,27);

k ä n n e t e c k n a t av, att förfarandet omfattar följande steg, i vilka

35

resten (31,32,33) av var och en delstråle riktas från respektive anslutande ställe till det på förhand bestämda området (35) i den

⋮

avsikten att den åtminstone till största delen skall komma tillbaka från det på förhand bestämda området (35) till det aktuella anslutande stället i form av ett fläckmönster som innehåller mörka fläckar, vilka kan vara placerade vid åtminstone ett men inte vid alla av de nämnda ställena och till den aktuella banan, till vilken den koherenta interferensen av mätstråldelen av den sålunda återkomna resten av respektive delstråle ansluter sig tillsammans med referensstråldelen av en på förhand bestämd del av den aktuella delstrålen, vilket resulterar i en återkastad ljusstråle, som modulerats beroende av rörelsen av det på förhand bestämda området i förhållande till det anslutande aktuella stället utom då en av fläckarna sammanträffar med nämnda anslutande ställe; samt

demodulering av alla de återkastade ljusstrålarna med en enda demodulator (52) för indikering av de bland dem som de mörka fläckarna inte har påverkat beroende på rörelsen av det på förhand bestämda området (35).

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att styrskedet innefattar inskränkning av var och en delstråle i en separat optisk fiber (25,26,27).

3. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att fördröjningsskedet innefattar styrning av mätstrålen (14) längs med en bana (22) med förutbestämd längd (L_1) samt styrning av referensstrålen (15) längs med en annan bana (23) med en längd (L_2) som överskrider den på förhand bestämda längden (L_1) med en på förhand bestämd sträcka.

4. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att fördröjningsskedet innefattar en begränsning av mätstrålen (14) i en optisk fiber (12) med på förhand bestämd längd (L_1), samt en begränsning av referensstrålen (15) i en annan optisk fiber (23) med en längd (L_2) som överskrider den på förhand bestämda längden (L_1) med en på förhand bestämd sträcka.

⋮

5. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att det innefattar ett ytterligare skede, där minst en av delstrålarna fördröjs i förhållande till en annan innan de aktuella ställena uppnås inom en tid som överskrider den på förhand bestämda tidsintervallen och har åtminstone ett sådant på förhand bestämt förhållande till denna att den reflekterade delen av mätstrålen, som härstammar från en av delstrålarna, uppnår stället som är ett annat än det som ansluter sig till denna delstråle som är inkoherent med båda mät- och referensstrålen som reflekteras från detta andra ställe.

6. Förfarande enligt patentkrav 5, k ä n n e t e c k n a t därav, att nämnda på förhand bestämda förhållande är en heltalig multipel av talet 3.

7. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att det dessutom innefattar ett skede där de återkastade ljusstrålarna förenas på nytt före nämnda demoduleringskede.

8. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att det dessutom innefattar ett skede där frekvensen av åtminstone den ena av referens- (15) och mät- (14) strålarna ändras före nämnda kombinationsskede med en på förhand bestämd bärvågsfrekvens i förhållande till frekvensen av den andra strålen på sådant sätt, att moduleringen av returljuset som beror av rörelsen av det på förhand bestämda området (35) läggs på den på förhand bestämda bärvågsfrekvensen.

9. System för mätning av rörelsen av ett på förhand bestämt område (35) av en yta (36) av ett vibrerande objekt (37), som innefattar:

organ (11) för att producera en laserstråle (12) med en på förhand bestämd koherenslängd;

organ (13) för att separera laserstrålen (12) i en mätstråle (14) och en referensstråle (15);

organ (22,23) för att fördröja referensstrålen (15) i förhållande till mätstrålen (14) med en på förhand bestämd tidsintervall (14) som räcker till för mätstrålen att löpa en på förhand bestämd sträcka som åtminstone svarar mot koherenslängden;

5

organ (24) för att kombinera en sålunda fördröjd referensstråle (15) med mätstrålen (14) för att bilda en kombinationsstråle;

organ (24) för att dela in den kombinerade strålen i flera väsentligen likadana delstrålar;

10

organ (25,26,27) för att styra var och en delstråle längs med en separat bana till ett separat anslutande ställe vars avstånd från det på förhand bestämda området (35) är väsentligen hälften av sträckan, som ljuset löpt inom sagda på förhand bestämda tidsintervall mellan respektive ställe och det på förhand bestämda området (35) i det situerade mediet eller medierna;

15

organ (25,26,27 ändyta) för att reflektera en på förhand bestämd del av var och en delstråle från respektive ställe tillbaka till respektive bana (25,26,27);

20

k ä n n e t e c k n a d av, att anordningen innehåller

organ (34) för att rikta resten av var och en stråle från respektive anslutande ställe till det på förhand bestämda området (35) så att den åtminstone till största delen kommer tillbaka från det på förhand bestämda området (35) tillbaka mot ifrågavarande anslutande ställe i form av ett fläckmönster som innehåller mörka fläckar, vilka kan vara placerade vid åtminstone ett men inte vid alla av de nämnda ställena och till ifrågavarande bana, till vilken den koherenta interferensen av mätstråldelen av resten av delstrålen som sålunda kommit tillbaka ansluter sig tillsammans med referensstråldelen av den på förhand bestämd delen av ifrågavarande delstråle, vilket resulterar i en ljusstråle som kommer tillbaka, som modulerats beroende av rörelsen av det på förhand bestämda området i

30

35

⋮

förhållande till respektive anslutande ställe utom då en av fläckarna sammanträffar med nämnda anslutande ställe; samt

ett demulatororgan (52) för demulering av alla återkommande ljusstrålarna för indikering av de bland dem som de mörka fläckarna inte har påverkat beroende på rörelsen (35) av det på förhand bestämda området.

10 10. System enligt patentkrav 9, k ä n n e t e c k n a t därav, att styranordningen (25,26,27) innefattar flera separata optiska fibrer, av vilka var och en innanför sig begränsar olika delstrålar.

15 11. System enligt patentkrav 9, k ä n n e t e c k n a t därav, att fördröjningsanordningen (22,23) innefattar organ för att styra mätstrålen (14) längs med en bana (22) med på förhand bestämd längd (L_1) samt för att styra referensstrålen (15) längs med en annan bana (23) med en längd (L_2) som överskrider den på förhand bestämda längden (L_1) med en på förhand bestämd sträcka.

20 12. System enligt patentkrav 11, k ä n n e t e c k n a t därav, att styranordningen (22,23) av fördröjningsorganen innehåller en optisk fiber (22) med på förhand bestämd längd (L_1) som innanför sig begränsar en mätstråle (14) samt en annan optisk fiber (23) vars längd (L_2) överskrider den på förhand bestämda längden på en given på
25 förhand bestämd sträcka som innanför sig begränsar referensstrålen (15).

30 13. System enligt patentkrav 9, k ä n n e t e c k n a t därav, att det dessutom innehåller extra fördröjningsorgan för att fördröja minst en av delstrålarna i förhållande till en annan innan den anländer till respektive ställen inom en tidsperiod som överskrider den på förhand bestämda tidsintervallen och har minst ett sådant på förhand bestämt förhållande till denna att den reflekterade delen av mätstrålen som härstammar från en av delstrålarna anländer till
35 stället som är ett annat än det som ansluter sig till denna delstråle som är inkoherent i förhållande till både mät- (14) och referens- (15) strålen som reflekteras från detta andra ställe.

14. System enligt patentkrav 13, k ä n n e t e c k n a t därav, att det på förhand bestämda förhållandet är en heltalig multipel av talet 3.
- 5 15. System enligt patentkrav 13, k ä n n e t e c k n a t därav, att styranordningen (25,26,27) innehåller flera separata optiska fibrer av vilka var och en innanför sig begränsar olika delstråle (31,32,33) och av vilka en har en på förhand bestämd längd (L_3 , L_4 , L_5); och där minst en av de andra optiska fibrerna har en sektion med
10 sagda på förhand bestämda längd och en annan sektion efter sektionen som är i sagda på förhand bestämda förhållande till den på förhand bestämda sträckan för att åstadkomma nämnda extra fördröjningsorgan.
16. System enligt patentkrav 9, k ä n n e t e c k n a t därav, att
15 det dessutom innehåller organ (34) för att återförena de återkastade ljusstrålarna innan de anländer till demoduleringsorganet (52).
17. System enligt patentkrav 16, k ä n n e t e c k n a t därav, att en fiberoptisk koppling bildar nämnda kombinations-, indelnings-
20 och rekombinationsanordningar (24).
18. System enligt patentkrav 9, k ä n n e t e c k n a t därav, att det dessutom innehåller organ (16,17) för att ändra frekvensen av åtminstone den ena av referens- (15) och mät- (14) strålarna före
25 ankomsten till nämnda kombinationsorgan (24) med en på förhand bestämd bärvågsfrekvens i förhållande till frekvensen av den andra strålen på sådant sätt att moduleringen av den returnerande ljustrålen som beror av rörelsen av det på förhand bestämda området (35) läggs på nämnda på förhand bestämda bärvågsfrekvens.

30

:

:

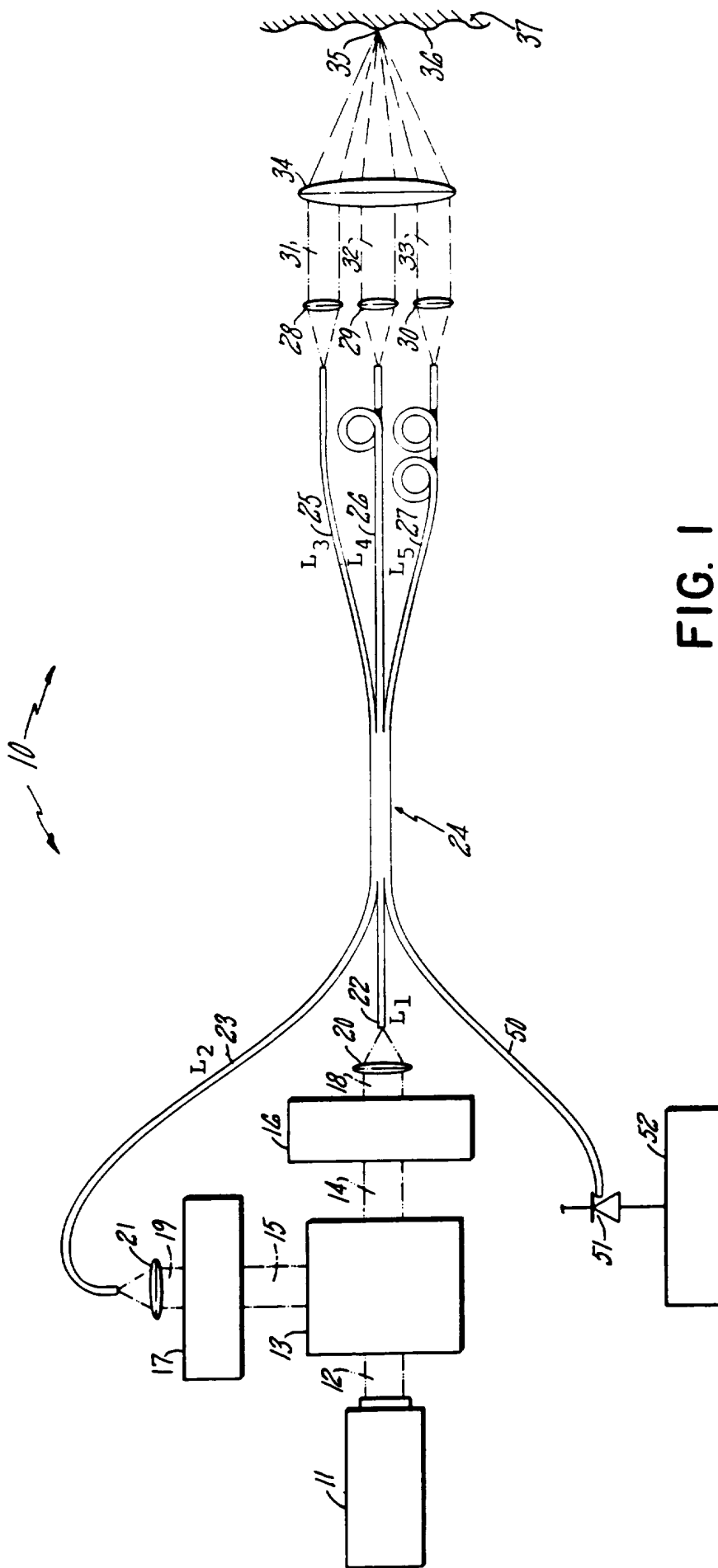


FIG. 1

FIG. 2

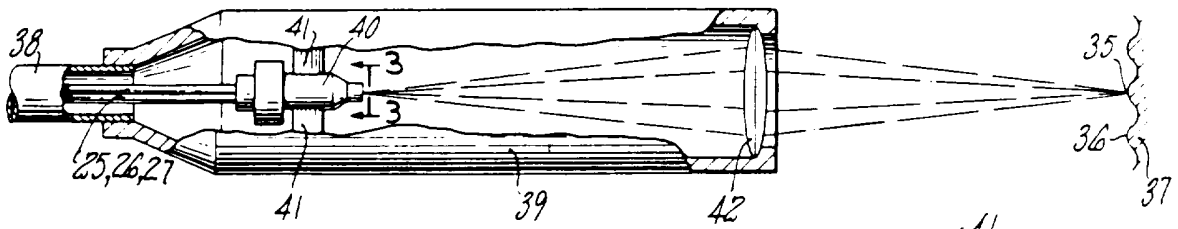


FIG. 3

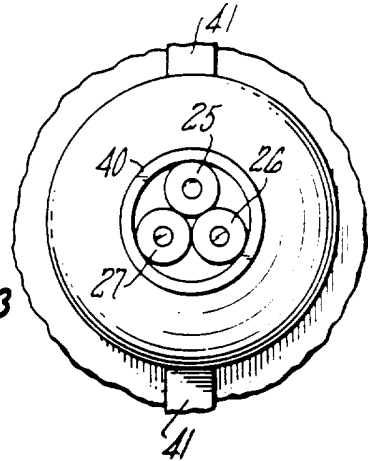


FIG. 4

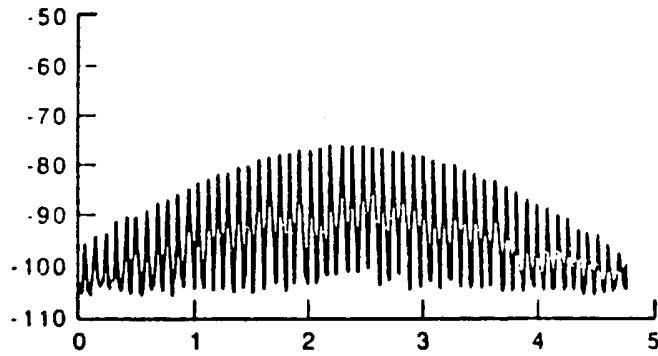


FIG. 5

