



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **314520**

(13) B1

(51) Int Cl⁷

G 01 B 11/16

Patentstyret

(21) Søknadsnr	20000272	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	1998.07.20, PCT/EP98/04531
(22) Inng. dag	2000.01.19	(85) Videreføringsdag	2000.01.19
(24) Løpedag	1998.07.20	(30) Prioritet	1997.07.21, EP, 97830375
(41) Alm. tilgj.	2000.03.17		
(45) Meddelt dato	2003.03.31		

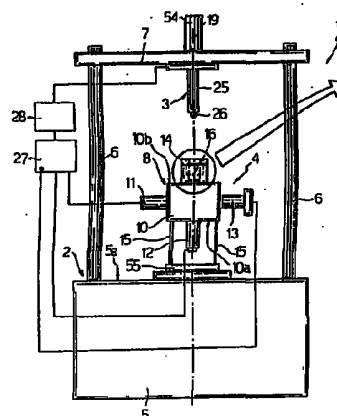
(71) Patenthaver	European Atomic Energy Community (Euratom), Rue Alcide de Gasperi, LU-2920 Luxembourg, LU
(72) Oppfinner	Maurice Whelan, Ångera, IT
(74) Fullmektig	Alfredo Carlo Lucia, Osmate, IT Onsagers AS, 0130 Oslo

(54) Benevnelse **Innretning og fremgangsmåte for å måle deformasjon til en mekanisk testprøve**

(56) Anførte publikasjoner Ingen

(57) Sammendrag

Oppfinnelsen vedrører en anordning for å måle deformasjonen av en mekanisk testprøve, og omfattende et trykklegame (3) for å belaste en hovedsakelig flat prøve (!6) på kontrollert måte ved hjelp av en stanseanordning (25). Den omfatter også et Michelson interferometer med en optisk gren (9d) optisk definert ved en første flate (16b) av prøven (16) og for å generere interferensbilder vedrørende deformasjon av prøven (16); et telekamera (44) for å innhente og å digitalisere interferensbildene; og en prosessor (27) for å behandle de digitaliserte bilder og å kontrollere måleprosessen fullstendig automatisk. Interferometeret (9) kan alternativt utføre hvittlys- interferometermålinger, ESPI-målinger eller ESPIprofilometri-målinger simpelthen ved i erstatte lyskilden og kontrollsoftwaren.



Teknisk område

Den foreliggende oppfinnelse vedrører en anordning og en fremgangsmåte for å måle deformasjonen til en mekanisk testprøve.

Teknikkens stand

- 5 Mekaniske tester utført på prøver av et nytt materiale, slik som hardhets-, brudd-, plastisitet- eller elastisitetstester styres av ISOs internasjonale standarder som krever en *minimum størrelse på prøven for at testen skal være betraktet som gyldig*. I noen tilfeller, imidlertid, slik som ved materialer som fremstilles i kjernereaktorer eller partikkelakseleratorer kan mengden råmateriale som
- 10 tilveiebringes være utilstrekkelig for å danne prøver med den forhåndsbestemte, ISO standardiserte størrelse.
- For å løse dette problem har forskjellige, ikke-standardiserte testmetoder vært utviklet for prøver med liten størrelse, hvorav de fleste reproducerer de standardiserte metoder i en mindre skala.
- 15 Spesielt interessante, ikke-standardiserte metoder er de som anvendes for å teste skiveformede prøver med 2-10 mm i diameter og 0,1-1 mm i tykkelse. Et typisk eksempel er den såkalte stansetest (punch test) hvor en konsentrert belastning påføres senterpartiet av en skiveformet prøve som er festet på periferikanten og skivens deformasjon måles for å fastsette de mekaniske karakteristikk, f.eks.
- 20 resistans, duktilitet, hardhet og ufullkommen elastisitetsytelse for materialet. Samme type test utført opptil bruddpunktet for prøven tillater å studere bruddannelsesprosessen før bruddet.
- Målinger av den ovennevnte type innebærer imidlertid flere problemer, spesielt med hensyn på prøvens reduserte størrelse. Det vil si at i tillegg til vanskelighetene
- 25 som møtes for å holde prøven fast omkring den periferikanten og for å påføre belastningen i prøvens nøyaktige senter, er deformasjonen av prøven som følger påføring av belastningen også vanskelig å måle til den ønskede oppløsningsgrad. I tillegg forårsaker den reduserte størrelse til prøven også kanteffekter under belastningen, noe som kan påvirke resultatenes pålitelighet.
- 30 Mengden av deformasjon på prøven fastsettes tradisjonelt ved anvendelse av kjente mekaniske måleanordninger som imidlertid har begrensninger når det gjelder oppløsning og nøyaktighet. Deformasjonen av prøven under testing kan også være kontrollert i reell tid ved anvendelse av optiske bildeinnhentingsanordninger slik som et telekamera. I dette tilfellet er den informasjonen som tilveiebringes
- 35 imidlertid vanskelig å behandle.

Angivelse av oppfinnelsen

Det er en hensikt med den foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe en anordning for måling av deformasjon, som med fordel kan anvendes for mekanisk testing av prøver med liten størrelse, og mer spesielt for stansetesting, og som tillater å
5 overvinne de ovennevnte ulemper.

Ifølge den foreliggende oppfinnelsen tilveiebringes en anordning for å måle deformasjonen av en mekanisk testprøve, som angitt i krav 1.

Den foreliggende oppfinnelse vedrører også en fremgangsmåte for å måle deformasjonen av en mekanisk testprøve med anvendelse av den ovennevnte
10 anordning.

Ifølge den foreliggende oppfinnelse tilveiebringes en fremgangsmåte for å måle deformasjonen av en mekanisk testprøve, som angitt i krav 10.

Kort beskrivelse av tegningene

En foretrukket, ikke-begrensende utførelse av den foreliggende oppfinnelse vil
15 beskrives i form av et eksempel med henvisning til de vedlagte tegninger, hvor:

Fig. 1 viser et skjematisk frontriss av en anordning ifølge den foreliggende oppfinnelse;

Fig. 2 viser et skjematisk riss av en del av anordningen i fig. 1;

Fig. 3 viser resultatet av en deformasjonsmåling utført ved anvendelse av
20 anordningen i fig. 1.

Beste utførelse av oppfinnelsen

Henvisningstallet 1 i fig.1 angir en anordning for mekanisk testing av små, skiveformede prøver med liten størrelse, og mer spesifikt en stansetestanordning.

Anordningen 1 omfatter en bærestruktur 2; et mekanisk trykklageme 3; og en
25 optisk deformasjons-detekteringsanordning 4.

Bærestrukturen 2 omfatter en hovedsakelig parallelepipedisk fot 5; to parallelle stolper 6 som forløper vinkelrett fra en vegg 5a i foten 5; og et rett tverrstykke 7 som bæres av stolpene 6 og som vender ut mot veggen 5a.

Den optiske anordning 4 festes til veggen 5a og omfatter en bærekasse 8 plassert i
30 senteret mellom stolpene 6 og som rommer et interferometer 9 (beskrevet senere med henvisning til fig. 2). Kassen 8 omfatter et hovedsakelig terningformet senterparti 10; og fire forlengelsesstykker 11, 12, 13, 14 som forløper fra to par

motsatt liggende vegger og i fire retninger som er rettvinklet i par og liggende i det samme vertikale plan.

- 5 Senterpartiet 10 bæres av vertikale, stavlignende elementer 15 som forløper mellom et flatt bæreelement 16 festet til veggen 5a, og en bunnvegg 10a i senterpartiet 10 som vender mot veggen 5a, slik at den optiske anordning 4 ligger høyere enn foten 5.

Forlengelsesstykket 14 forløper fra en toppvegg 10b, motsatt veggen 10a, mot tverrstykket 7, og rommer en mekanisk testprøve 16, mens forlengelsesstykkene 11, 12 og 13 rommer komponentdeler av interferometeret 9.

- 10 Mer spesielt er forlengelsesstykket 14 rørformet og det omfatter et første rørparti 17 som forløper vinkelrett til veggen 10b og som definerer på innsiden et første sylindrisk hulrom 18 som har samme akse som aksene 19 og som er i forbindelse med innsiden av kassen 8 og et andre sylindrisk hulrom 20 som har samme akse som aksene 19 og som er større i diameter enn det første hulrom 18. Mellom
15 hulrommene 18 og 20, definerer det første rørparti 17 således en ringformet skulder 21 hvor periferikanten til prøven 16 som rommes i det andre hulrom 20 hviler. Forlengelsesstykket 14 omfatter også et andre, rørformet parti 22 som delvis rommes inn i det andre hulrom 20, koblet til det første, rørformede parti 17 ved en
20 gjenget kobling, og som definerer et andre hull 23 som har samme akse som aksene 19. Mer spesielt omfatter det andre, rørformede parti 22 en ringformet endekant 24 for å trykke prøven 16 mot skulderen 21; og når den er plassert mellom de første og de andre rørformede partier 17 og 22 plasseres prøven 16 rettvinklet til og i senteret i forhold til aksene 19, og den låses aksielt mellom skulderen 21 og den ringformede kant 24.
- 25 Trykklegemer 3 er festet til bunnen av tverrstykket 7 og omfatter en sylindrisk stanseanordning 25 festet på enden med en keramikkball 26 som er mindre i diameter enn hullet 23. Stanseanordningen 25 forløper langs aksene 19, er bevegelig langs aksene 19 til og fra forlengelsesstykket 14 ved hjelp av en lineær (f.eks. pneumatisk) aktuator 54 som er festet til tverrstykket 7 og den griper hullet 23 i
30 forlengelsesstykket 14 for å plassere ball 26 mot flaten 16a i prøven 16 som vender utover fra forlengelsesstykket 14 og derved å utøve en kontrollert, konsentrert belastning på flaten 16a.

- 35 Den lineære aktuator 54 og den optiske anordning 4 er kontrollert av en prosessor 27 som tilveiebringer kontroll av alle stansestoperasjonene automatisk. Mer spesielt kontrolleres den lineære aktuator 54 av en kontrollenhet 28 som er koblet til prosessoren 27 ved et serielt eller GPIB-grensesnitt.

Det optiske interferometer 9 beskrevet senere i forbindelse med fig. 2 er av Michelson type og kan operere alternativt som hvittlys-interferometer (med anvendelse av den såkalte koherens-radarteknikk), eller for ESPI-(Electronic Speckle Pattern Interferometry, elektronisk flekkmønster-interferometri) målinger, eller for ESPI-profilometrimålinger ved simpelthen å erstatte lyskilden og kontrollsoftwaren for prosessoren 27. De ovennevnte tre metoder er komplementære, de tilveiebringer informasjon vedrørende prøvens form under og etter påføring av belastningen, og som kjent er karakterisert ved forskjellige hastigheter og oppløsninger slik at én kan anvendes med fordel for den andre ifølge karakteristikkene til prøven og resultatene som forventes.

Med henvisning til fig. 2 omfatter interferometeret 9 en første gren 9a som i sin tur omfatter en strålekilde 29 (som rommes av forlengelsesstykket 11) og en stråleleder 30 (rommet i senterpartiet 10) som mottar en stråle F fra kilden 29; en andre gren 9b som i sin tur omfatter en utsiktsanordning 32 (rommet i forlengelsesstykket 12) som samvirker med strålelederen 30 og som er koblet ved utgangen av prosessoren 27; en tredje gren 9c som i sin tur omfatter en refleksjonsanordning 33 (rommet i forlengelsesstykket 13) som også samvirker med strålelederen 30 og som drives av en drivkrets 34 som er koblet til prosessoren 27; og fjerde gren 9d som i sin tur omfatter prøven 16 som rommes i forlengelsesstykket 14.

Mer spesielt kan grenen 9d optisk defineres med et speil (ikke vist) i stedet for prøven 16 for å regulere interferometeret 9 eller med prøven 16 i seg selv, idet bunnflaten 16b i denne definerer en tilbakespredningsoverflate for lyset fra strålelederen 30.

Strålekilden 29 omfatter en lyskilde 35 og et kollimasjonssystem 36 som i sin tur omfatter en bikonveks linse. Lyskilden 35 omfatter på egnet måte en lav-koherenskilde (dvs. en superradial diode med en koherenslengde på noen få mikrometer) for hvittlys-interferometermålinger, eller en høy-koherenskilde (f.eks. en laser med en koherenslengde på i det minste 1 cm) for ESPI- eller ESPI profilometri-målinger. For ESPIprofilometri-målinger må lyset som sendes av kilden 35 være enten justerbart i frekvens eller omfatte to overlagrede komponenter med forskjellige frekvenser. Lyskilden kontrolleres av en driv- og forsyningskrets (ikke vist), som kan kobles til prosessoren 27 for automatisk å kontrollere frekvensen og intensiteten til lyset som avgis.

Kollimasjonssystemet 36 mottar lysstrålene som avgis av kilden 35 og genererer utgangsstrålen F som omfatter stråler som er hovedsakelig parallelle til en optisk akse 37.

Strålelederen 30 er av kjent type og er plassert langs den optiske akse 37 for å motta strålen F. Mer spesielt omfatter strålelederen 30 en halvreflekterende overflate 38 som ligger på skrå med en 45° vinkel i forhold til den optiske akse 37, for å reflektere en del av strålen F på prøven 16 og å overføre resten av strålen F til reflekteringsanordningen 33.

Reflekteringsanordningen 33 er plassert på den motsatte side av strålelederen 30 i forhold til strålekilden 29 og omfatter et flatt referansespeil 39 på tvers av den optiske akse 37 og festet til en stillingsjusteringsanordning 40 for å bevege speilet 39 langs den optiske akse 37; og et filter 41 for å tilpasse lysintensiteten til strålen som reflekteres av speilet 39 til strålen som er reflektert og spredt av prøven 16. Mer spesielt, omfatter stillingsjusteringsanordningen 40 en piezoelektrisk aktuator 42 med en oppløsning på omtrent 1 nm og et dynamisk område på omtrent 50 mikrometer, og som er festet til en lineær aktuator 43 som tillater kontrollerbare inkrementeringstrinn på omtrent 1 mikrometer over et samlet område som er lenger enn 1 cm.

Utsiktsanordningen 32 er plassert på motsatt side av strålelederen 30 i forhold til prøven 16 og omfatter et telekamera 44, mer spesifikt en sort/hvit CCD-(CHARGE COUPLED DEVICE, ladningskoplet halvlederelement) telekamera; og en fokuseringsanordning 45 som er koblet til telekameraet 44 og som vender mot strålelederen 30. Fokuseringsanordningen 45 har en optisk akse 46 som ligger 90° på skrå i forhold til den optiske akse 37 og som krysser den optiske akse 37 ved et punkt 47 på overflaten 38, og mottar og fokuserer lysstrålene fra strålelederen 30 på det følsomme element (ikke vist) i telekameraet 44. Mer spesielt, fokuserer fokuseringsanordningen 45 bare på telekameraet 44 de stråler som kommer inn parallelt med den optiske akse 46.

I utførelsen vist i fig. 1, omfatter fokuseringsanordningen 45 (vist skjematisk) en membran 48 på tvers av den optiske akse 46; og et par bikonvekse linser 49, 50 på tvers av den optiske akse 46 og på hver side av membranen 48. Mer spesielt er linsen 49 plassert vendende mot en flate 30a i strålelederen 30 og med en fokalavstand f_1 fra membranen 48; og linsen 50 er plassert vendende mot telekameraet 44 og med en fokalavstand f_2 fra membranen 48. Telekameraet 44 omfatter også en forsyningskrets 51 og er koblet til prosessoren 27 over datalinjen 52.

Anordningen 1 virker som følger.

Før testen startes, innstilles interferometeret 9 ved å innsette et speil (ikke vist) i stedet for prøven 16 og på kjent måte å innrette og plassere de forskjellige komponenter beskrevet ovenfor riktig.

Når interferometeret 9 er innstilt, plasseres prøven 16 innenfor forlengelsesstykket 14 og avhengig av den type måling som er aktuell (hvittlys-interferometri, ESPI eller ESPI-profilometri), velges det tilsvarende program på prosessoren 27 og den optiske anordning 4 utstyres med den nødvendige lyskilde.

- 5 Når programmet startes, gir prosessoren 27 et signal til den lineære aktuator 54 for å bevege stanseanordningen 25 ned mot forlengelsesstykket 14 og samtidig aktiveres interferometeret 9. Den keramiske ball 26 er således innført inn i hullet 23 og plassert mot et senterparti i flaten 15a på prøven 16 hvor den utøver en kontrollert belastning for å bøye prøven 16 innover i kassen 8 og mot strålelederen 10 30. Mer spesielt og som vist skjematisk i fig. 2 er prøven 16 (vist med kontinuerlig linje i den ikke-deformerte stilling) belastet slik at et senterparti deformeres aksielt (som vist med den stiplede linje) i forhold til periferien, og definerer en utbuling mot strålelederen 30.

- Interferensbilder som er øyeblikkelig relatert til formen til prøven 16 genereres i 15 det følsomme element i telekameraet 44 på kjent måte for hver av de tre måleteknikker nevnt ovenfor. Kort sagt er interferensbildene dannet som følger. Strålen F avgitt av lyskilden 35 treffer strålelederen 30; og en første brøkdel F1 av strålen F forplanter seg gjennom overflaten 38 og treffer referansespeilet 39 hvor den første brøkdel F1 reflekteres tilbake til strålelederen 30. Fasen til det 20 reflekterte del er avhengig av den aksielle stillingen som inntas i hvert øyeblikk av speilet 39, som beveges på kjent måte av den piezoelektriske aktuator 42 eller den lineære aktuator 43 i trinn med forhåndsbestemt lengde og innenfor et forhåndsbestemt område ifølge den type måling som er aktuell. Mer spesifikt tillater muligheten for å bevege speilet 39 i sub-mikrometriske trinn utførelse av 25 den kjente faseforskyvningsteknikk ("phase shifting") som ved hjelp av en kjent fase-opppakking ("phase unwrapping") algoritme i prosesseringssoftwaren tillater å oppnå flere tre-dimensjonsinformasjoner om en deformerte prøve. Den første brøkdel F1 reflekteres da av overflaten 30a mot fokuseringsanordningen 45 ved hjelp av hvilken det fokuseres på et telekamera 44. En andre brøkdel F2 av strålen 30 F reflekteres av overflaten 38 på prøven 16, tilbakespres av flaten 16b og sendes sammen med den første brøkdel F1 til telekameraet 44 hvor den første og den andre brøkdel F1 og F2 inntas i form av interferensbilder. Avhengig av typen software for testen som utføres vil interferensbildene prosesseres for å oppnå 35 tredimensjonale bilder av typen vist i fig. 3, som klart viser, både i mengde og i kvalitet, den mengde deformasjon som er oppstått. De samme data, prosessert på annen måte, tillater å oppnå forskjellige romrepresentasjoner av prøven, ut fra hvilke man kan oppnå forskjellige typer informasjon, slik som forskyvning av belastningen i forhold til senteret til flaten 16b som er forårsaket f.eks. av at prøven 16 ikke er sentrert nøyaktig i forhold til akselen 19.

De oppløsninger som kan oppnås med den ovennevnte måling er omtrent 10 nanometer (over 3-5 mikrometer område) for ESPI-målinger, og 1 mikrometer (over et område på 10 mm) for hvittlys-interferometrimålinger. I tilfellet ESPIprofilometri-målinger, vil oppløsningen og det dynamiske området være
5 avhengig av frekvensene som er valgt for lyset som sendes av kilden 35.

Fordelene ved anordningen og fremgangsmåten ifølge den foreliggende oppfinnelse er som følger.

Sammenlignet med den kjente teknikk, tilveiebringer metoden beskrevet ovenfor muligheten til å oppnå bedre kvantitative resultater, spesielt når det gjelder
10 nøyaktighet og oppløsning, og er mer pålitelig.

I motsetning til konvensjonelle måleteknikker, gir fremgangsmåten allerede beskrevet informasjon vedrørende hele overflaten, i motsetning til bare senteret til prøven, og vedrørende den generelle deformasjonsprosess, i motsetning til bare sluttresultatet. I tillegg oppnår man detaljert informasjon også vedrørende
15 krumningen og profilen til overflaten og ved hjelp av enkle beregninger, kan man fastsette belastningen innenfor materialets struktur.

Den beskrevne fremgangsmåte tilveiebringer også muligheten for å fastsette feil eller ujevnheter, og for raskt å identifisere bruddområder i prøven under testing.

Valget av tre forskjellige typer måling, hvor hver leverer forskjellig informasjon ifølge typen testprøve tilveiebringer mer fleksibel og nøyaktig måling og veksling
20 fra én type måling til en annen type er gjort ekstremt lett og raskt.

Til slutt, som nevnt før, er den beskrevne metode fullstendig automatisk og den forsyner operatøren direkte ved utgangen med data som vedrører den deformerte prøve.

Det er klart at endringer kan foretas på fremgangsmåten og på den optiske måleanordning som beskrevet og illustrert her uten imidlertid å fjerne seg fra oppfinnelsens ramme.

Spesielt kan lyskilden 35 plasseres utenfor kassen 8, i hvilket tilfelle det lyset som avgis rettes mot kassen 8 av en optisk fiber.

Også en integrert test- og måleanordning kan dannes hvor de optiske og mekaniske delene rommes i en struktur som også rommer prøven.

PATENTKRAV

1. Anordning for måling av deformasjonen til en mekanisk testprøve,
karakterisert ved at den omfatter:
 - bæreanordninger (14, 21, 24) for å bære nevnte prøve (16); idet prøven er
 - 5 generelt flat og er definert ved i det minste en hovedsakelig flat første flate (16b);
 - et trykkgeme (3) som beveges av aktuatoranordninger (54) i forhold til
 - nevnte bæreanordninger (14, 21, 24) og for å belaste nevnte prøve (16) på
 - kontrollert måte og å deformere i det minste ett parti av nevnte prøve; og
 - et interferometer (9) som omfatter en gren (9d) som er optisk definert av
 - 10 nevnte første flate (16b) i nevnte prøve (16) og for å generere interferensbilder
 - vedrørende deformasjon av prøven (16).
2. Anordning som angitt i krav 1,
karakterisert ved at den også omfatter
 - bildeinnhentingsanordninger (44) for å innhente bilder fra nevnte
 - 15 interferometer (9) og for å innhente og å digitalisere nevnte interferensbilder; og
 - bildebehandlingsanordninger (27) koblet til nevnte bildeinnhentings-
 - anordninger (44) for å prosessere nevnte innhentede og digitaliserte bilder.
3. Anordning som angitt i krav 1 eller 2,
karakterisert ved at nevnte trykkgeme (3) omfatter et langstrakt
 - 20 element (25) som kan beveges aksielt langs en akse (19) hovedsakelig rettvinklet
 - til nevnte prøve (16).
4. Anordning som angitt i et av de foregående krav 1-3,
karakterisert ved at den omfatter en kasse (8) som bærer nevnte
 - interferometer (9); idet kassen (8) også definerer nevnte bæreanordninger (14, 21,
 - 25 24) for å bære nevnte prøve (16).
5. Anordning som angitt i krav 4,
karakterisert ved at bæreanordningen (14, 21, 24) omfatter et rørformet
 - forlengelsesstykke (14) som rommer prøven (16) og som forløper fra et senterparti
 - (10) i nevnte kasse (8).
- 30 6. Anordning som angitt i et hvilket som helst av de foregående krav,
karakterisert ved at den omfatter en bærestruktur (2) som i sin tur
 - omfatter en fot (5) for å bære nevnte interferometer (9) og et øvre bæreelement (7)
 - som ligger i avstand i forhold til foten (5) og som vender mot foten (5); idet nevnte
 - øvre bæreelement bærer trykkgemet (3) og aktuatoranordningen (54).
- 35 7. Anordning som angitt i et hvilket som helst av de foregående krav,
karakterisert ved at nevnte interferometer (9) omfatter en Michelson
 - interferometer som i sin tur omfatter:

- en lyskilde (29) for å generere en lysstråle (F) som forplanter seg langs en forsyningsgren (9a);

- en strålelederanordning (30) som mottar lysstrålen (F) generert av nevnte lyskilde (35) og som genererer en første (F2) og en andre (F1) lysstråle;

5 - en målegren (9d) som omfatter nevnte prøve (16), for å motta og å reflektere nevnte første lysstråle (F2) på nevnte strålelederanordning (30);

- en referansebransje (9c) som omfatter reflekteringsanordninger (39) for å motta og å reflektere den andre lysstråle (F1) på nevnte strålelederanordninger (30); og

10 - en innhentingsgren (9b) som omfatter bildeinnhentingssanordninger (44) for å motta nevnte første lysstråle (F2) reflektert av nevnte prøve (16) og den andre lysstråle (F1) reflektert av nevnte reflekteringsanordning (39).

8. Anordning som angitt i krav 7,

15 karakterisert ved at den omfatter forskyvningsanordninger (40) som er koblet til refleksjonsanordningene (39) for å bevege refleksjonsanordningene (39) på kontrollert måte.

9. Anordning som angitt i et hvilket som helst av de foregående krav, karakterisert ved at nevnte lyskilde (35) kan velges fra gruppen omfattende:

20 - en lav-koherens kilde for hvittlys-interferometrimålinger;

- en høy-koherens kilde med en enkel, ikke-justerbar frekvens for ESPI-målinger; og

- en høy-koherens kilde med to ikke-justerbare frekvenser eller en enkelt justerbar frekvens for ESPIprofilometri-målinger.

25 10. Fremgangsmåte for å måle deformasjonen til en mekanisk testprøve, idet nevnte prøve (16) er generelt flat og er definert ved i det minste en hovedsakelig flat første flate (16b),

karakterisert ved at den omfatter følgende trinn:

30 - å rette en første lysstråle (F2) på nevnte første flate (16b) i nevnte prøve (16) og å innhente (40) den reflekterte stråle;

- å danne interferens mellom den nevnte reflekterte stråle og en referansestråle (F2) for å oppnå interferensbilder;

- mekanisk å belaste nevnte prøve (16) på en kontrollert måte for å deformere prøven; og

35 - å innhente (44) og å behandle (27) nevnte interferensbilder for å oppnå informasjon vedrørende deformasjonen til nevnte prøve (16).

11. Fremgangsmåte som angitt i krav 10,

40 karakterisert ved at nevnte trinn å mekanisk belaste nevnte prøve (16) omfatter trinnet å påføre kontrollert, konsenterert belastning på en andre flate (16a) i nevnte prøve (16).

12. Fremgangsmåte som angitt i krav 10 eller 11,
karakterisert ved at den også omfatter et trinn på forhånd hvor et
periferiparti av den nevnte prøve (16) er stabilt forbundet med holdeanordninger
(21, 24); nevnte trinn å belaste prøven (16) omfattende trinnet å bevege et
5 trykkløse (3) i forhold til nevnte holdeanordninger (21, 24) og mot prøven (16)
for å tilveiebringe nevnte deformasjon.

13. Fremgangsmåte som angitt i et hvilket som helst av de foregående krav
10-12,
karakterisert ved at den omfatter trinnene:
10 - å generere en inngangslsstråle (F);
- å dele nevnte inngangslsstråle (F) for å generere nevnte første lysstråle
(F2) og en andre lysstråle (F1);
- å rette nevnte andre lysstråle (F1) mot reflekteringsanordningen (39) for å
danne en andre, reflektert lysstråle som definerer nevnte referansestråle.

15

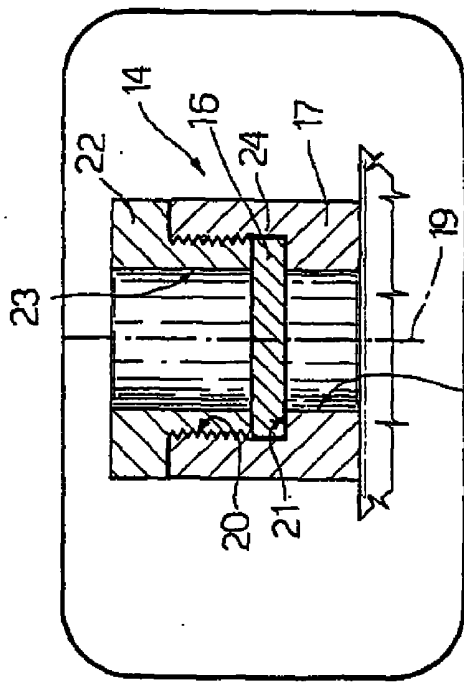


Fig.1

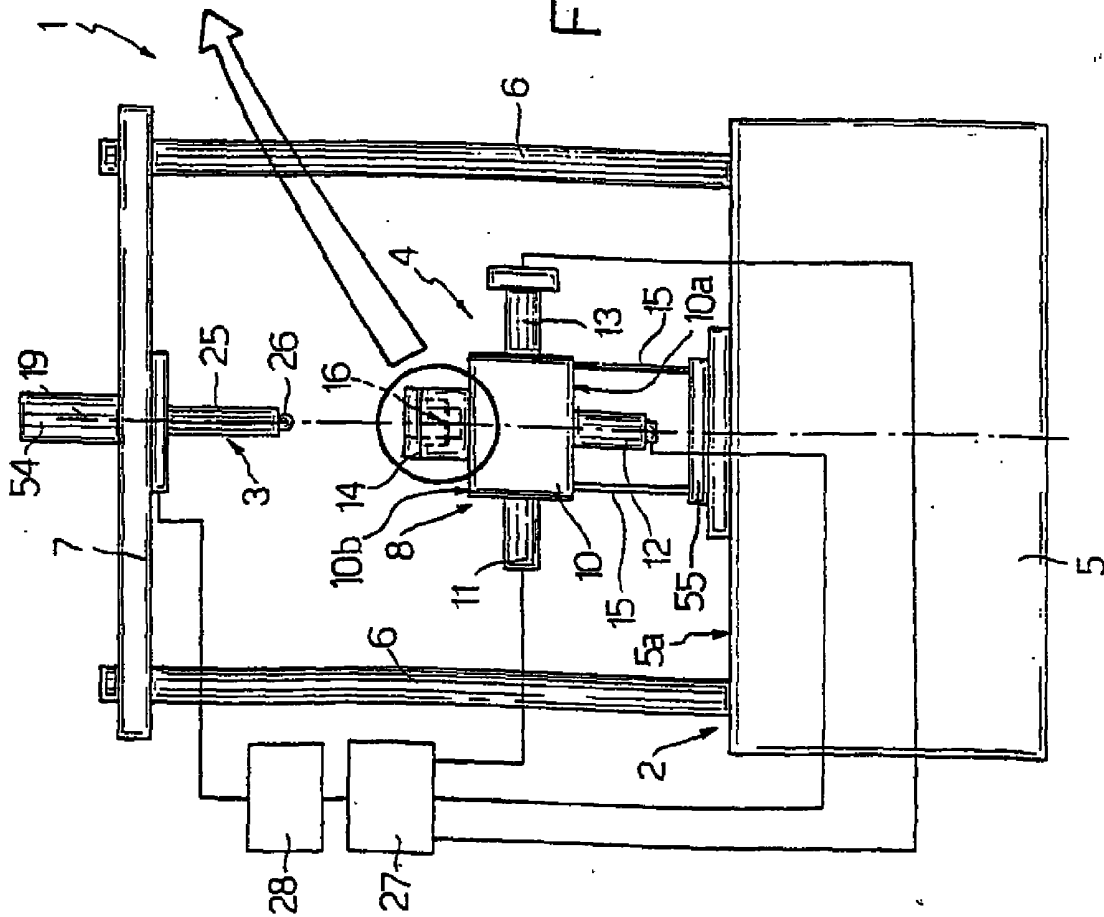
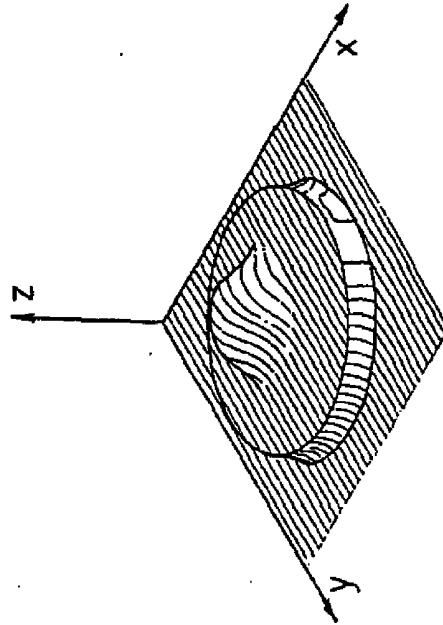


Fig.3



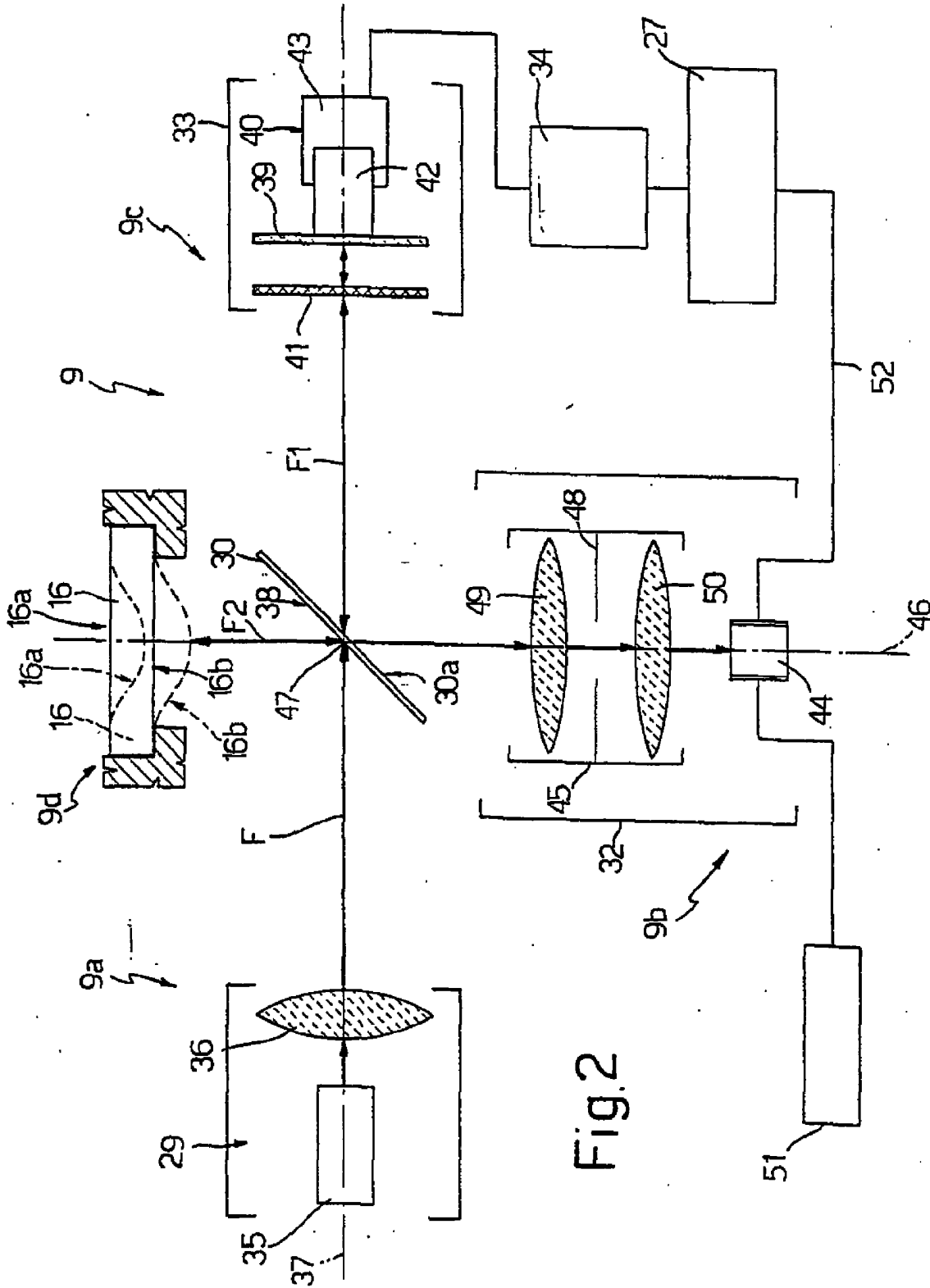


Fig.2