



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(51) Int Cl⁷

(11) 318431

G 01 N 21/91

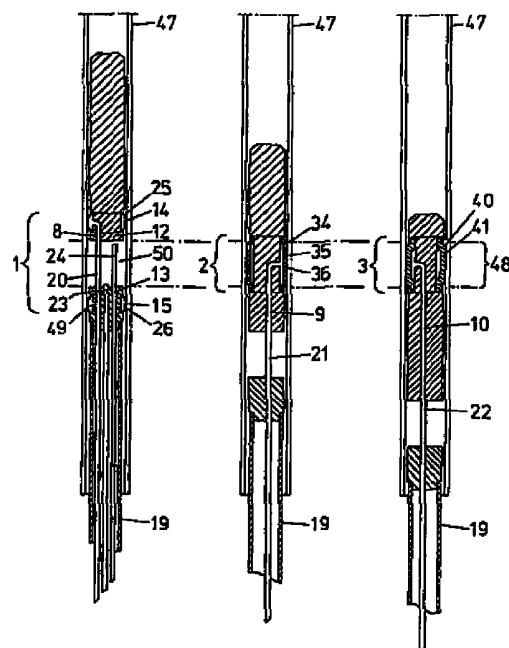
(13) B1

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19941268	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1992.10.12 PCT/SE92/00716
(22)	Inng.dag	1994.04.07	(85)	Videreføringsdag	1994.04.07
(24)	Løpedag	1992.10.12	(30)	Prioritet	1991.10.10, SE, 9102939
(41)	Alm.tilgj	1994.06.10			
(45)	Meddelt	2005.03.21			
(73)	Innehaver	IP-TEC AB , Box 144, SE-432 23 Varberg, SE			
(72)	Oppfinner	Ivar Jonsson, Skällaredsvägen 12, SE-439 00 Onsala, SE			
(74)	Fullmektig	Onsagers AS , Postboks 6963 St Olavs Plass, 0130 OSLO, NO			

(54)	Benevnelse	Anordning og detektering av overflatefeil og et instrument omfattende en slik anordning
(56)	Anførte publikasjoner	EP-A2- 0 337 700
(57)	Sammendrag	

Ved deteksjon av overflatefeil i rørelementer, belegges først den overflate som skal inspeseres med penetrant og hvor overflødig penetrant fjernes deretter. Etter dette føres anordningen (40) langs rørelementet til den del av rørflaten (48) som skal undersøkes, hvoretter anordningen ekspanderes til anlegg mot rørflaten. Penetrant som har trukket inn i en overflatefeil overføres til overflaten av anordningen, der den kan gjøres synlig og studeres, etter at anordningen har trukket seg sammen og er fjernet fra rørelementet. Oppfinnelsen angår også et instrument som omfatter anordningen for å utføre forbehandling av et rørelement med et penetrant samt å overføre penetrant til anordningens overflate.



Oppfinnelsen angår en anordning og et instrument i henhold til innledningene av de respektive krav, for ikke-destruktiv testing av rørelementer, ved oppdagelse, lokalisering og reproduksjon av overflatefeil såsom sprekker som kan finnes på innsiden av rørelementene. Oppfinnelsen er spesielt egnet for inspeksjon eller prøving av rørelementer med små innvendige diametere.

Varmevekslere, som f.eks. dampgeneratorer i kjernekraftverk, er forsynt med høyt belastbare varmevekslingsrør med en innvendig diameter på 15-20 mm. Rørene er festet ved at rørene utvalses i endestykkene og utgjør feste for rørene og skillevegger mellom varmevekslernes ulike varmebærende medier. Rørenes sårbarhet for belastning på grunn av trykk og varme samt forandringer av disse faktorer, vibrasjoner, korrosjon m.m. kan forårsake feil som f.eks. sprekker i rørene. Dersom disse feil ikke rettes i tide, kan de bli så store at rørene kan sprekke, med alvorlige følger som resultat. Det er derfor viktig at rørene holdes under kontinuerlig overvåking slik at det kan tas nødvendige forholdsregler i tide. Når det gjelder dampgeneratorer, kan skadede rør plugges igjen, noe som kan gjøres ved den årlige inspeksjon.

For å oppdage feil anvendes ulike former for ikke-destruktiv prøving, hvorav induktiv prøving til nå har vært en av noen få teknikker anvendt for prøving langt inne i smale rør. Ved denne teknikk skyves en giver forsynt med en vekselstrømsmatet spole, som i rørveggen induserer virvelstrømmer som virker tilbake på spolen, inn i det rør som skal prøves. Ved at virvelstrømmene påvirkes av feil i rørelementet, kan det ved å måle denne tilbakevirkning få et visst begrep om hvorvidt det eksisterer feil og størrelsen på slike. En åpenbar ulempe med denne kjente prøvingsmetode, er imidlertid at det er vanskelig å bestemme feilens natur og at signalinterferensforholdet er liten. Ikke bare små feil kan være skjult av støyspenningen. F.eks., dersom giveren er anordnet for å gi gode utslag for de vanligste langsgående sprekke, vil like store tverrgående sprekker gi små utslag (utgående signaler), som er vanskelig å skille fra støyspenningen.

I EP A2 337700 er det beskrevet et instrument for anvendelse ved detektering av overflatefeil i rørelementer. Instrumentet omfatter en beholder og et stempel, idet en støpemasse er plassert i beholderen. Beholderen står via en passasje i forbindelse med et ringrom som er begrenset av rørelementets innervegg, samt øvre og nedre flenser. Når instrumentet er plassert ved et område som ønskes undersøkt, blir støpemassen skjøvet gjennom passasjen og inn i nevnte ringrom ved hjelp av stempelet, og presses der mot nevnte innervegg. I denne posisjonen tillates støpemassen å herde, slik at det dannes en permanent og elastisk avstøpning av innerveggen.

Hensikten med den foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en anordning og et instrument for detektering av overflatefeil i rørelementer. Anordningen er ment å

tilvebringe en mer nøyaktig oppfatning av feilene enn det til nå har vært mulig med kjente metoder.

Denne hensikt oppnås med en anordning og et instrument kjennetegnet ved de karakteristiske trekk som fremgår av de vedlagte krav. I tilfelle av en kjent metode for ikke-destruktiv testing av overflater, behandles ellers usynlige feil slik at de kan observeres med det blotte øye. En såkalt penetrant, d.v.s. en væske med egenskaper som trenger inn i svært smale sprekker, påføres prøvingsoverflaten f.eks. ved hjelp av en pensel. Penetranten har også den egenskap at den blir igjen i overflatefeilen når prøvingsoverflaten deretter vaskes for fjerning av overflødig penetrant som ikke har trengt ned i overflatefeilen. Dersom det anvendes en farget penetrant, sprøytes prøvingsoverflaten med en såkalt fremkaller som inneholder et finkornet hvitt pulver. Penetranten trekkes ut av sprekkeene av pulverlaget og sprer seg i laget slik at det dannes kontrastvirkende indikasjoner på sprekker med en bredde ned til 0,001 mm. Hvis derimot en fluoriserende penetrant anvendes, kan indikasjoner betraktes direkte ved hjelp av UV-lys. Denne metode forutsetter imidlertid at prøvingsoverflaten er lett tilgjengelig. Følgelig har det ikke vært mulig å anvende denne metode på de innvendige overflater av lange, smale rørelementer.

Den foreliggende oppfinnelse inkluderer også behandlingen av en prøveoverflate med en penetrant og fjerning av overflødig væske. Men isteden for at indikasjonene skal betraktes direkte på prøveoverflaten, overføres penetranten som er absorbert av feilen til overflaten av en anordning for å etterlate et avtrykk av indikasjonen, hvorefter anordningen fjernes fra det utilgjengelige stedet av feilen. Dette avtrykk kan deretter studeres på en hensiktsmessig måte. For å oppnå en effektiv bildeoverføring og for å hindre at de overførte indikasjoner skal skades når anordningen fjernes fra det rørformede element, er det foreslått at prøveanordningen er ekspanderbar. Anordningen føres deretter inn i rørelementet til stedet for prøvetakning når den har en størrelse som tillater en hovedsakelig friksjonsfri innføring, hvorefter anordningen ekspanderes til god kontakt mellom anordningens ytre overflate og prøveoverflaten. Etter at penetranten er overført, reduseres anordningen så mye i omfang at den igjen kan forflyttes hovedsakelig på en friksjonsfri måte i rørelementet og uten fare for at indikasjonene skrapes av fra anordningens overflate når den føres ut av det rørformede element.

Inspeksjonsanordningen har således to funksjoner, for det første skal anordningen inkludere et legeme som øker i tykkelse slik at den oppnår en utforming som er tilpasset rørelementets indre form og som deretter også minsker i tykkelse, og for det andre skal anordningen inkludere overflater som kan bringes i kontakt med rørelementets indre overflater og absorbere penetrant, og eventuelt spre penetranten slik at det tilveiebringes lett observerbare indikasjoner, og for å bevare disse indikasjoner så lang tid som er nødvendig for å kunne utføre observasjonene. Disse to funksjoner kan utføres av ett og samme element eller ved at anordningen f.eks.

omfattes av et ekspanderbart legeme og en elastisk duk som omgir legemet og på hvilket penetranten kan overføres.

5 Legemet kan gjøres ekspanderbart på flere ulike måter. F.eks. kan legemet ha en elastisk oppbygning og innbefatte et hulrom eller fordypning som utsettes for et medium under trykk eller endestykkene av et vanligvis sylindrisk legeme presses mot hverandre. En egnet overflate oppnås når legemet eller den omgivende duk er fremstilt av et polymer, som f.eks. polyuretan. Ved å la legemets kontaktoverflate eller den penetrantabsorberende duk ha en struktur med mange små fordypninger, på samme måte som overflatestrukturen som oppnås etter en finslipningsbehandling, 10 oppnås en ytre overflate med de ovennevnte ønskede egenskaper.

For å muliggjøre en industriell anvendelse av oppfinnelsen, er det foreslått et instrument som, i tillegg til inspeksjonsanordningen, innbefatter en anordning for påføring av penetrant og fjerning av overflødig penetrant fra en innvendig røroverflate, og en anordning for håndtering av inspeksjonsanordningen og innretningen for påføring av penetrant samt for å føre disse inn og ut av rørelementet. 15 Instrumentet kan også omfatte et element som tjener til å tørke opp all skyllevæske som er igjen i rørelementet. Inspeksjonsanordningen, innretningen for penetrering og skylling er anordnet i linje med hverandre og tørkeelementet er anordnet mellom disse, for å danne en enhet som i den ene ende er festet til en ende av 20 håndteringsanordningen.

Innretningen for penetrering og skylling omfatter to i avstand fra hverandre anordnede, lukkede vegger, hvis omkretsflate er innrettet slik at de kan føres til tetning mot et omgivende rørelement. Dermed avgrenses et rom av det indre av rørelementet, hvor veggflaten anordnet mellom tetningene er gjenstand for penetrering og skylling. Først fylles mellomrommet fullstendig med en penetrant gjennom 25 noen av de ledninger for transport av medier som er forbundet med styringsorganet. Etter at penetreringsvæsken har fått virke en stund, tømmes mellomrommet og spyles deretter med rent vann for skylling av veggflatene.

Når mellomrommet er tømt på skyllevann, forskyves hele enheten ved hjelp av 30 avstandsorganet slik at tørkeelementet anordnes innenfor den penetrerte og skylte røroverflate. Tørkeelementet omfatter en del, som på samme måte som den ekspanderbare ekspansjonsinnretning, kan fås til å ekspandere eller svulle opp og tilpasse seg formen av rørets innerflate og presses mot denne. Ettersom den del av komponenten som presses mot rørflyten består av et væskeabsorberende material, 35 vil komponenten fjerne de gjenværende dråpene av overflateskyllevann.

Etter at tørkeelementet har trukket seg sammen til en mindre diameter forskyves hele enheten ytterligere langs rørelementet til en posisjon hvor inspeksjonsanordningen ifølge oppfinnelsen blir liggende innenfor den penetrerte, skylte og tørkede del av rørveggen. All penetrant som har penetrert en feil, f.eks. en sprekk, 40 overføres deretter til overflaten av inspeksjonsanordningen på den ovennevnte måte.

Deretter trekkes enheten ved hjelp av distanseorganet ut av rørelementet, for studium av de indikasjoner som kan finnes på overflaten av anordningen.

5 Distanseorganet kan, f.eks. være utformet som et rør eller, ved prøving av bøyde rør, en bøybar men rotasjonsstiv slange, gjennom hvilken lederene, som er nødvendig for betjening av enheten, er trukket. Siden bevegelsen av enheten i det rørførmede element bare er translatorisk, kan det ved notering av innmatningsavstanden fås en indikasjon på lokaliseringen i rørelementet av indikerte overflatefeil. Disse avtrykk kan registreres med kjent optisk teknikk og dokumenteres som et ledd i arbeidet med rutinemessige sikkerhetskontroller.

10 Oppfinnelsen kan anvendes i rørelementer med ulik størrelse og som er ment for ulike formål, f.eks. i rør til dampkjeler og forskjellige prosessutstyr. Oppfinnelsen er ikke begrenset til ikke-destruktiv testing av standard rørelementer. Den kan også anvendes effektivt for inspeksjon, f.eks. av firkantede rørelementer med uenhetlig tverrsnitt. Oppfinnelsen er heller ikke begrenset til anvendelsen av optisk lesbare indikasjoner. Penetranten kan f.eks. inneholde en radioaktiv substans og dermed

15 gjøre andre avlesningsmetoder mulige.

Anvendelsen av oppfinnelsen tilveiebringer et effektivt tillegg til andre inspeksjonsmetoder, for å muliggjøre utførelsen av en mer allsidig inspeksjon. Samme fremmatningsmekanisme som brukes for innføring av andre instrumenter i

20 dampgeneratorrør kan også anvendes for føring av anordningen ifølge oppfinnelsen inn og ut av et rørelement. Muligheten for avstandsbetjening gjennom ledninger muliggjør at ulike betjeningsorganer, som f.eks. pumper m.m., kan anordnes på de mest hensiktsmessige steder.

Den foreliggende oppfinnelse skal i det følgende beskrives nærmere ved hjelp av et

25 utførelseseksempel som er fremstilt på tegningen og hvor like deler har samme henvisningstall.

Fig. 1 er et lengdesnittriss som viser en foretrukket utførelse av instrumentet og inspeksjonsanordningen.

Fig. 2a, 2b og 2c illustrerer instrumentets funksjon i tre trinn, hvor det i hvert trinn

30 er vist de aktive komponenter.

For illustrasjonens skyld vises instrumentet sammentrykt i lengderetning og med visse detaljer overdimensjonert.

En foretrukket utførelse av et instrument ifølge oppfinnelsen innbefatter en sonde som normalt anvendes stående og et distanseorgan som anvendes for manøvrering

35 av sonden, og som i den illustrerte utførelse omfatter et antall slanger og et fleksibelt rørførmedt deksel som omgir slangene og som er festet til sonden. Slangene som benyttes for ledning av ulike medier er i den ene ende tilkoblet det nedenfor beskrevne rør i sonden, mens de andre ender av respektive slanger er forbundet til en serviceenhet som inkluderer pumper, kontrollutstyr m.m. Som det

fremgår av fig. 1, omfatter sonden tre hoveddeler. Den første hoveddel 1 er ment for påføring av penetrant til en prøveoverflate og for bortskylling av overflødig penetrant. En annen hoveddel 2 er ment for tørking av prøveoverflaten, mens den tredje hoveddel 3 er ment å avbilde mulige overflatefeil på prøveoverflaten. Alle hoveddeler er forsynt med ekspanderbare funksjonselementer. Disse kan være av typen som ekspanderer når den utsettes for sammentrykning fra sidene. Imidlertid når det gjelder den illustrerte utførelse inkluderer de ekspanderbare elementene hulrom eller fordypninger som ekspanderes ved at hulrommene utsettes for trykk ved hjelp av et medium som tilføres gjennom de nevnte slanger.

10 Sondelegemet er utformet av en maskinbearbeidet aksel 4 hvis sylindriske ytterflate inkluderer tre på linje anordnede sylindrerflater 5, 6 og 7. Som det videre fremgår av fig. 1, har sylindrerflatene i oppadgående retning, avtagende diametere og hver av disse overflater tilveiebringer en posisjon for de respektive funksjonselementer av sondens tre hoveddeler. For leding av trykkmedier er det boret tre kanaler 8, 9 og 15 10 i akselen 4. De første kanalåpninger er anordnet i den nedre endeflate 11 av akselen, mens hver av de andre kanalåpningene er plassert i den respektive sylindriske overflate 5, 6 og 7. Hovedsondedel 1 som er ment for påføring av penetrant og bortskylling av overflødig penetrant innbefatter to koaksialt og med mellomrom fra hverandre anordnede stempler 12, 13, hvor hver av disse er forsynt med respektive funksjonselementer 14, 15, som tjener som gasstett tetning for 20 avgrensning av et mellomrom i rørelementet som skal inspiseres eller testes. Det første stempel 12 er utformet av den nedre del av akselen 4 og omfatter den sylindriske overflate 5, som er den overflate med største diameter. Denne sylindrerflate danner en posisjon for bare én av de to tetningsenheter av 25 hovedsondedelen og er mye kortere enn de andre sylindrerflater 6, 7 på akselen. Den nedre del av stempelet 12 er avsluttet med en flens eller en fremspringende kant 16 hvis ytterdiameter er litt mindre enn prøverørelementets innvendige diameter.

Det andre stempel 13 anordnet nedenfor det førstnevnte stempel 12 består av en øvre ende av et ytterligere element, betegnet struktur eller konstruksjonselement 17, 30 hvis øvre del har en utforming identisk til utformingen av det første stempel 12, men anordnet i motsatt retning. Den nedre ende 18 av strukturelementet er sylindrisk utformet med en diameter som er avpasset for et feste for det tidligere nevnte fleksible, rørformede deksel av det fleksible distanseorgan 19 for manøvrering av sonden i rørelementet. Strukturelementet 17 er forsynt med fem 35 gjennomgående hull for tett gjennomføring av fem ledningsrør, hvorav tre 20, 21 og 22 strekker seg oppover forbi mellomrommet mellom strukturelementet 17 og akselens endeflate 11 og er tettende forbundet ved denne endeflate til de tidligere nevnte kanaler 8, 9 og 10. Som tidligere nevnt er disse rørene forbundet til slangene i dekslet 19 og utgjør også en bro for festing av stemplene til hverandre. 40 Av de to gjenstående rør, kobles ett rør som inntak og avløp 23 og er åpent ved den øvre endeflate av strukturelementet 17, mens et rør utgjør et overløp 24 som

strekker seg gjennom nesten hele mellomrommet og avsluttes umiddelbart under endeflaten 11 av akselen 4.

- 5 Hver av de innbyrdes identiske tetningsenheter 14, 15 innbefatter et slangestykke 25, 26 av et fleksibelt materiale, som f.eks. en silikonpolymer, med rette, avkuttete ender, et par enderinger 27 med redusert diameter for å danne kraver på hvilke slangestykkenes ender er anbrakt, og et par klemringer 28 for festing av slangeendene på enderingenes kraver. Enderingene har sylindriske innvendige flater hvis diameter litt overstiger diameteren av den nederste sylinterflate 5 på akselen 4 og som er forsynt med innvendige O-ring spor samt tilsvarende O-ringer.
- 10 Tetningsenhetene 14, 15 har samme lengde som den ovennevnte sylinterflate 5 og således også en tilsvarende flate 29 på strukturelementet 17 og er anbrakt på nevnte overflater og låst av første låsemuttere 30, 31 ved hjelp av skruegjenger 32, 33 anordnet utenfor respektive sylinterflater på akselen og strukturelementet.
- 15 Den andre hovedsondedel 2 for tørking av skylte overflater av rørelementet omfatter et funksjonselement i form av en tørkeenhet 34 som er anbrakt på akselens 4 mellomliggende sylinterflate 6, og har en lengde som tilsvarer lengden av den mellomliggende sylinterflate 6, som litt overstiger avstanden mellom strukturelementet 17 og akselen 4. Tørkeenheten 34 er konstruert på en lignende måte som de ovennevnte tetningsenheter, men med det unntak at den er mye lengre enn disse. Tørkeenheten omfatter også en elastisk slange 35, av f.eks.
- 20 silikonpolymer, hvor det på utsiden av denne er anbrakt en hylse 36. Hylsen 36 består av en vannabsorberende duk, f.eks. en porøs fiberduk, som sammen med den like lange slangen, i endene er klemt fast mellom et par klemringer 37 og enderinger 38 av samme type som for tetningsenhetene. Enderingene har en innerdiameter som
- 25 litt overstiger den mellomste sylinterflate og hvor ringene er forsynt med O-ringer som tetter mot nevnte sylinterflate. Hele tørkeenheten er anbrakt på sylinterflaten, i anlegg med første låsemutter 30 som holder tetningsenheten 14 fast på akselen 4. Tørkeenheten er, for å hindre en aksial bevegelse, låst fast på akselen 4 ved hjelp av en på akselen fastskrudd andre låsemutter 39.
- 30 Den tredje hovedsondedel 3 som fungerer som et ekspanderbart legeme for avbildning av overflatefeil har et funksjonselement i form av en prøvetakningsenhet 40 anbrakt på akselens øverste sylinterflate 7. Som det fremgår av fig. 1, har enheten 40 samme lengde som sylinterflaten 7. Prøvetakningsenheten omfatter et prøvetakningsrør 41 som i dens respektive ender er avtrappet for å oppta to
- 35 endehylser 42, 43. Prøvetakningsrøret er fremstilt av et elastisk materiale som f.eks. polyuretan med en finslipt ytre sylindrisk overflate. Avstanden mellom de to avtrappede ender av røret 41 er noe kortere enn avstanden mellom stemplene 12, 13, og den ytre diameter av røret er tilpasset diameteren av rørelementet som skal prøves. I likhet med endehylsene 42, 43, har røret 40 en innerdiameter som
- 40 tilsvarer diameteren av sylinterflaten 7. De to O-ringer 44, 45 er anbrakt på eller montert i den ytre overflate av akselen 4 og fungerer som en tetning mot røret 41

innenfor endehylsene. Prøvetakningsenheten 40 er, for å hindre en aksialbevegelse, låst fast på akselen 4 og mot den andre låsemutter 39 av en endemutter 46 som på en tilsvarende skruegjenge er fastskrudd på toppen av akselen.

Anordningen virker på følgende måte:

- 5 En robot plasserer en fremmatingsmekanisme (ikke vist) i den nedre del av en dampgenerator, under det for prøving utvalgte rørelement 47. Fremmatingsmekanismen skyver deretter instrumentets sonde ved hjelp av distanseorganet 19 opp i røret, slik at de to stempler 12, 13 av hovedsondedelen 1 for påføring av penetrant og skylling av denne havner delvis ovenfor, delvis nedenfor et ønsket prøve-
- 10 takningsområde 48 av rørelementet (se fig. 2a). For å oppnå tetning mellom stemplene 12, 13 og det omgivende rør presses tetningsenhetene 14, 15 utover ved at mellomrommet innenfor tetningsenhetenes slangedeler 25, 26 fra serviceenheten via røret 20, et radiale hull 49 i stempelet 13 til røret 20, og kanalen 8 utsettes for et lufttrykk på ca. 2 bar. Når et prøvetakningsrom 50 i rørelementet innbefattende
- 15 prøvetakningsområde 48 er avgrenset, fylles rommet med en penetrant som pumpes fra serviceenheten gjennom inntaks- og avløpsrøret 23, inntil penetrant som passerer gjennom overløpsrøret 24 og tilhørende slange i nevnte hylse renner ut gjennom slangens utløp i serviceenheten, hvorefter tilførselen av penetrant avbrytes. Prøvetakningsrommet 50 er da, på grunn av strømningsmotstanden i overløpsrøret og
- 20 tilhørende slange hovedsakelig helt fylt. Etter at penetranten har fått virke en bestemt tidsperiode, tømmes rommet gjennom røret for inntak og avløp 23 ved hjelp av nevnte pumpe, men da med motsatt pumperetning.

- Deretter tilføres rent vann til prøvetakningsrommet 50 på samme måte som for penetranten. Vannet får strømme gjennom rommet til overløpsrøret 24 og skyller
- 25 prøvetakningsflatene i en tidsperiode, hvorefter prøvetakningsrommet tømmes ved å reversere pumpen.

- Siden lettes trykket på tetningsenhetene 14, 15 slik at disse returnerer til sin opprinnelige form, hvorefter hele sonden forskyves ved hjelp av distanseorganet 19 og fremmatingsmekanismen ned i prøvetakningsrøret 47, slik at hovedsondedelen 2
- 30 for tørking av prøvetakningsområdet anbringes innenfor det område 48 av røret som skal undersøkes (se fig. 2b). Deretter tilføres luft via røret 21 og kanalen 9 med et trykk på ca. 2 bar fra serviceenheten for å presse den elastiske slange 35 av tørkeenheten 34, med den vannabsorberende hylse 36 mellom slangen og rørelementet, jevnt mot rørelementet 47. Hylsen tørker dermed opp de vanddråper som er
- 35 igjen. Etter at overtrykket på den elastiske slange 35 oppheves og når den elastiske slange har returnert til sin opprinnelige form, tillates hylsen 36 å ekspandere slik at dens absorberende egenskap ytterligere økes. Tørkingen av den skylte overflate kan foretas i flere trinn, ved at sonden trekkes ned i små etterfølgende trinn.

- Etter at penetranten er påført det område av rørelementet som skal prøves og
- 40 overflødig penetrant er fjernet, trekkes sonden ytterligere ned en avstand slik at

hoveddelen av sonden for avbildning blir liggende innenfor det behandlede område (se fig. c). Deretter tilføres hydraulikkvæske under trykk fra serviceenheten gjennom røret 22 og kanalen 10 til det indre av røret 41 for å utvide røret og presse dette mot innsiden av rørelementet, slik at overflatefeilens penetrant overføres til prøvetakningsrørets overflate. Den anvendte hydraulikkvæske har et trykk på ca. 70 bar, som tilsvarer det differensialtrykk som damppgeneratorrørene utsettes for under drift. Hydraulikkvæsken evakueres deretter fra prøvetakningsrøret slik at røret gjenvinner sin opprinnelige form og sonden kan føres ut av rørelementet 47. Hele den beskrevde prosess inkluderende styring av robot, betjening av instrumentmatemekanismen, betjening av serviceenheten m.m. kan håndteres av en datamaskin. Etter at sonden er fjernet fra rørelementet, kan både tørkeelementet 34 og prøvetakningsenheten 40 fjernes fra akselen, ved å løsne de to øverste muttere 39, 46, som dermed gjør det mulig å montere to nye enheter på akselen som forberedelse til ny prøvetakning.

PATENTKRAV

1. Anordning (40) for bruk ved detektering av overflatefeil på den innvendige flate av et rørelement (47),
karakterisert ved at anordningen innbefatter et elastisk legeme (41) og penetrantabsorberende overflater, og at legemet er anordnet for å beveges til det område (48) av den innvendige flate som er valgt for inspeksjon eller kontroll, ekspanderes til en tilstand hvor de absorberende overflater ligger an mot rørelementets innvendige flate, og trekkes sammen slik at de absorberende overflater distanseres fra rørelementets innvendige flate.
2. Anordning ifølge krav 1, karakterisert ved at legemet (41) innbefatter et hulrom hvor et medium under trykk kan innføres.
3. Anordning ifølge krav 2, karakterisert ved at legemet (41) er utformet som et rør og at deler av legemets innvendige flate er innbefattet i hulrommets avgrensende flater.
4. Anordning ifølge krav 1, karakterisert ved at legemet er anordnet slik at det ekspanderes ved komprimering i legemets lengderetning.
5. Anordning ifølge ett av de ovenstående krav, karakterisert ved at de absorberende overflater har en struktur med mange små fordypninger, i likhet med de slipespor som oppnås ved finslipningen av en overflate.
6. Anordning ifølge ett av de ovenstående krav, karakterisert ved at de absorberende overflater er anordnet på en eventuelt utbrettbar, elastisk kledning utformet som et deksel som omgir legemet.
7. Instrument for anvendelse ved detektering av overflatefeil i rørelementer, omfattende anordningen ifølge ett av de ovenstående krav, karakterisert ved at instrumentet også innbefatter en innretning for tilførsel av penetrant til den del (48) av rørelementets innvendige flate som er valgt for kontroll eller inspeksjon, idet innretningen er forbundet med anordningen for dannelse av en prøvesonde, at innretningen innbefatter to enheter (14, 15) som er anordnet i avstand fra hverandre i rørelementets lengderetning og beregnet for å tette mellom deler av innretningen og det omgivende rørelement for å tilveiebringe et i rørelementet hovedsaklig lukket, avgrenset rom som kan fylles med penetrant, og at prøvesonden er forskyvbar i rørelementet mellom en første posisjon (fig. 2a) hvor den del (48) av rørelementets innerflate som er valgt for inspeksjon omfattes av den delflate som er anordnet mellom tetningsenhetene (14, 15), og en annen

posisjon (fig. 2c) hvor anordningen er omgitt av nevnte del (48) av den innvendige flate som er valgt for inspeksjon.

8. Instrument ifølge krav 7,
karakterisert ved at når instrumentet befinner seg i den første posisjon,
5 kobles en ledning (23) for tilførsel og avløp av væske til rommets nedre del og en overløpsledning (24) kobles til rommets øvre del.
9. Instrument ifølge krav 7,
karakterisert ved at prøvesonden også innbefatter et ekspanderbart
element (34) med en kledning (36) av et væskeabsorberende materiale, og at
10 prøvesonden er forskyvbar i rørelementet, minst til en tredje posisjon (fig. 2b), hvor det ekspanderbare element er omgitt av den del (48) av den innvendige flate som er valgt for inspeksjon.
10. Instrument ifølge krav 9,
karakterisert ved at det ekspanderbare element er anordnet mellom
15 anordningen og innretningen for tilførsel av penetrant.
11. Instrument i henhold til ett av kravene 7 - 10,
karakterisert ved at instrumentet innbefatter et distanseorgan (19) for
håndtering av prøvesonden, at distanseorganet er utformet som et rør eller en
fleksibel og rotasjonsstiv slange, som i enden er festet til prøvesonden, og at de
20 andre ledere som er nødvendig for å betjene prøvesonden er trukket gjennom distanseorganet.

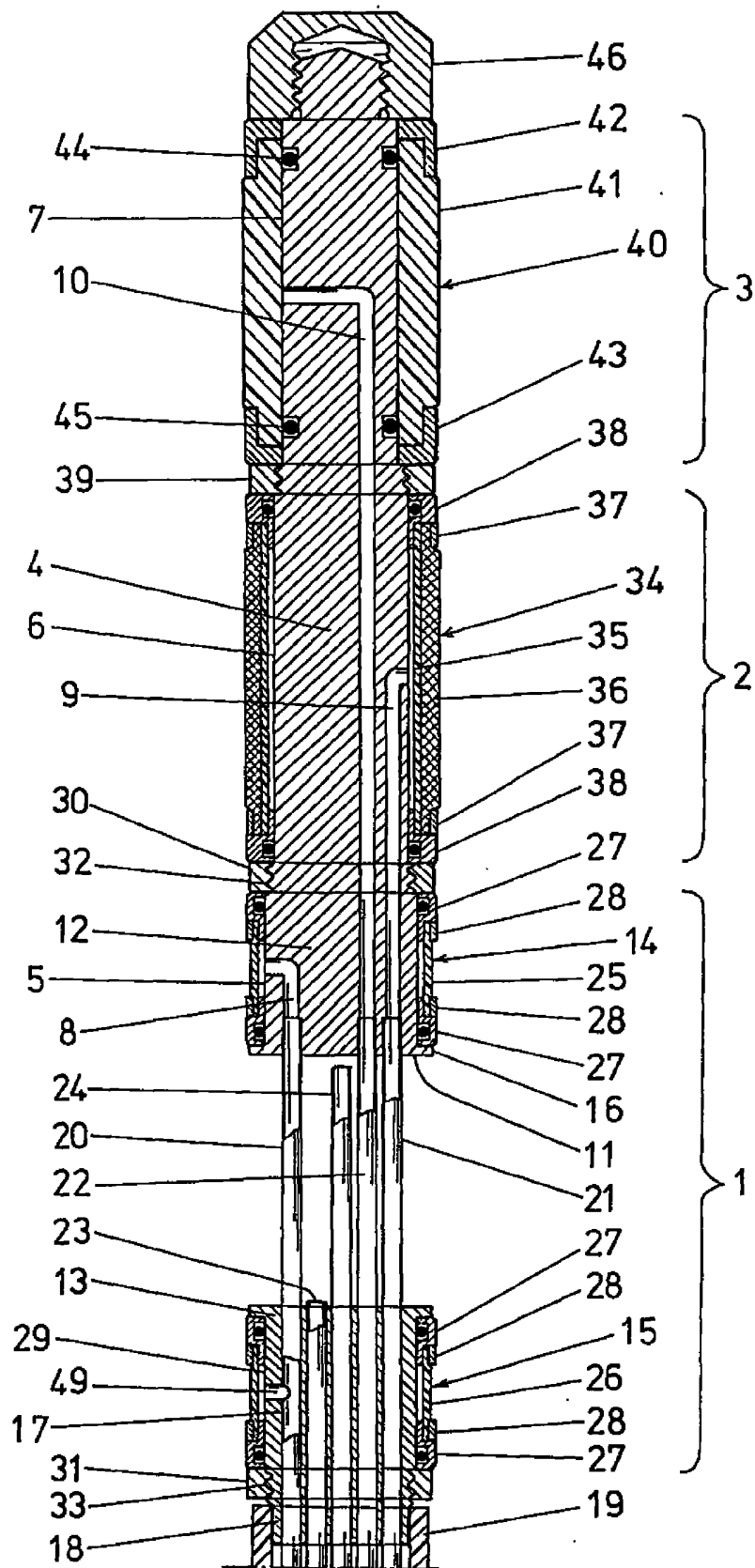


FIG 1

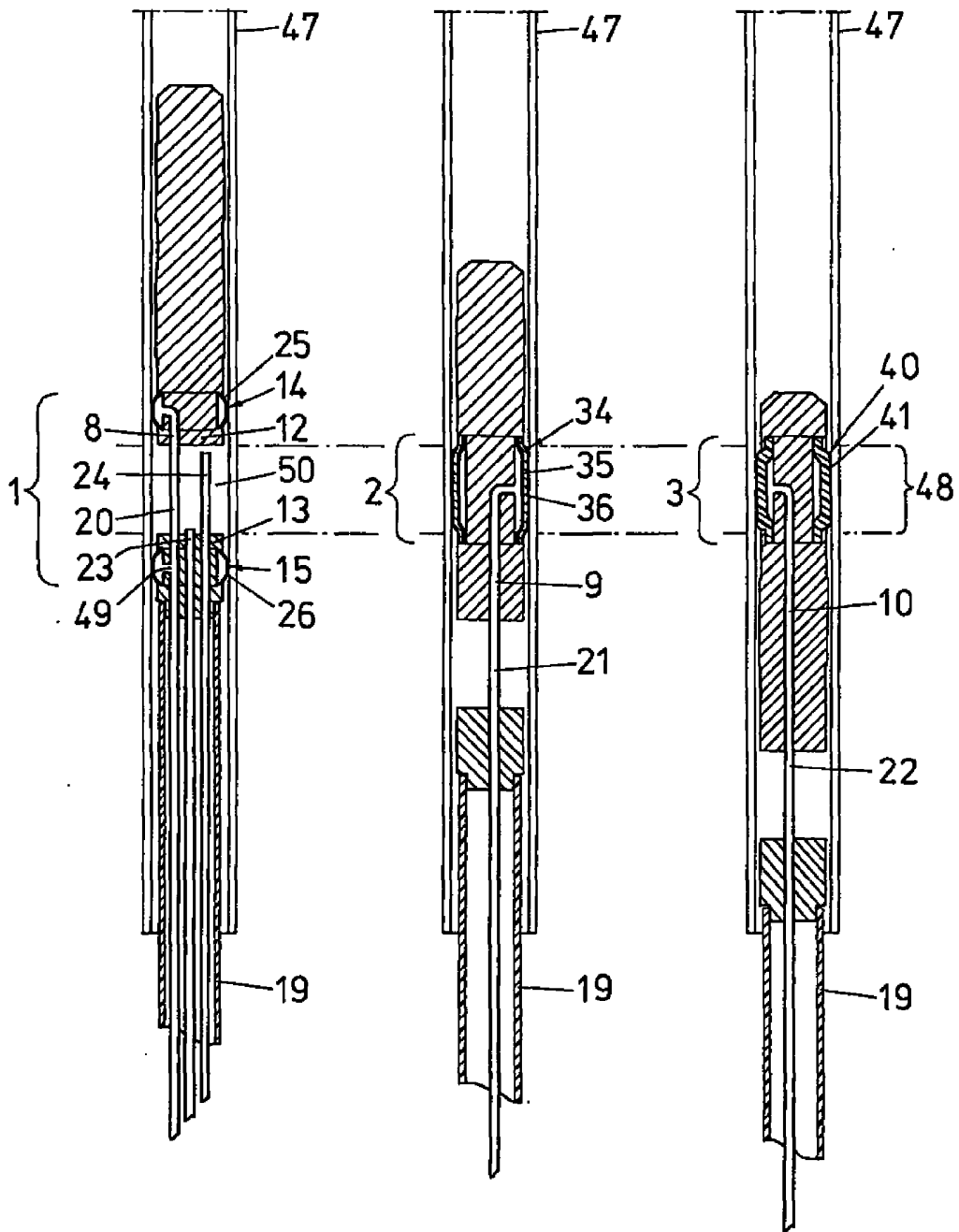


FIG 2a

FIG 2b

FIG 2c