



(12) SØKNAD

(19) NO

(21) 20120504

(13) A1

NORGE

(51) Int Cl.

F15B 15/28 (2006.01)

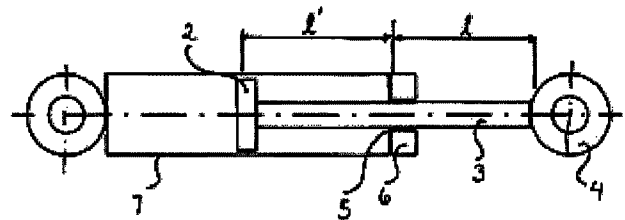
## Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20120504	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2012.04.30	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2012.04.30	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2013.10.31		
(73)	Innehaver	Techi AS, Ynglingeveien 42, 3184 BORRE, Norge		
(72)	Oppfinner	Jan Martin Bendiksen, Rødhetveien 6, 3042 DRAMMEN, Norge David Christian Petersen, Romsvn. 317, 3179 ÅSGÅRDSTRAND, Norge Petter F Schmedling, Bjørnестien 17, 1597 MOSS, Norge Morten Roll Karlsen, Sandevn. 6, 3184 BORRE, Norge Roland Eisenträger, Tempelveien 28, 3475 SÆTRE, Norge Audun G Kalle, Lilaasveien 4, 3183 HORTEN, Norge		
(74)	Fullmektig	Onsagers AS, Postboks 1813 Vika, 0123 OSLO, Norge		

(54) **Benevnelse**      **Posisjonsmåling**

(57) **Sammendrag**

Et system for måling av posisjonen til et stangelement som for eksempel en stempelstang med hydraulisk eller pneumatisk drift. Til forskjell fra kjent teknikk benyttes det i systemet ifølge den foreliggende oppfinnelsen et måleprinsipp som ikke krever en forberedelse av stangelementet slik det er påkrevd i de kjente løsninger. Det benyttes direkte gangtidsmålinger ved hjelp av akustiske overflatebølger som introduseres i stangelementet. Instrumentet er ettermonterbart på eksisterende sylindre uten inngrep i disse. Det benyttes et EMAT-prinsipp for å introdusere overflatebølgene til målingen kontaktløst.



Den foreliggende oppfinnelsen gjelder et system for posisjonsmåling, omfattende i det minste en sensor, hvor systemet innehar egenskaper i forhold til etterinstallerbarhet, robusthet og nøyaktighet.

- 5 Den foreliggende oppfinnelsen vedrører også en sammenstilling hvor en eller flere slik sensorer ifølge systemet inngår i for eksempel lineære aktuatorer og mekaniske dempere av ulike slag. I tillegg til posisjonsmålinger vil sensoren(e)/systemet kunne benyttes til integritetsovervåking av mekaniske elementer som er i roterende eller translatorisk bevegelse relativt til
- 10 sensoren(e)/systemet. Med integritetsovervåking menes for eksempel varsel av utmattingssprekker.

Posisjonsmålingen skjer ved at det gjøres en gangtidsmåling i kombinasjon med kjente parameter fra stangelementet, for eksempel lengden av dette. Den

15 store fordelen med oppfinnelsen er bortfallet av forberedelsen av sylindrestang, noe som gir en full ettermonterbarhet av slikt posisjonsmålingsutstyr. For å oppnå et måleresultat fra sylindrestangen i denne oppfinnelsen benyttes et Elektro Magnetisk Akustisk Transduser (EMAT)-prinsipp som omslutter stangelementet og gir en kontaktfri overføring av de nødvendige målepulser.

20

### **Bakgrunn**

I forbindelse med en stadig mer avansert anvendelse av lineære hydrauliske, pneumatiske og elektriske aktuatorer er det fremkommet behov for nye sensorløsninger for disse. I oljeindustrien eksisterer et behov knyttet til måling

25 av slaget/posisjonen hos hydrauliske sylindere, der disse kan ha slaglengder i området rundt ti meter og lengre. I slike hydrauliske sylindere er løsninger basert på kanonborede hull i stempelstenger ekstremt kostnadskrevenne samtidig som løsningen utelukker uskifting av sensorer uten at hele cylinderen demonteres for renovasjon. De eksisterende løsningene vil således ha en rekke

30 utfordringer knyttet til robusthet, nøyaktighet, pris og ettermonterbarhet.

I forbindelse med fast integritetsmålinger og –overvåking av roterende og translatoriske elementer er det en rekke utfordringer. En av disse utfordringene

er å skape den nødvendige kontakt med bevegelige elementer på en sikker og langtidsstabil måte. Et eksempel på en anvendelse kan være løpende overvåkning av akslinger i tog i forhold til for eksempel utmatting. Et annet område kan være kontinuerlige målinger av akslinger i fartøy og andre lignede maskinelementer som kan bli utsatt for vekselvirkende last med påfølgende utmattingssprekker og/eller andre fenomener som ønskes overvåket og/eller målt i forbindelse med maskinelementers integritet.

Et formål ifølge den foreliggende oppfinnelsen er derfor å tilveiebringe et system for posisjonsmåling og integritetsmåling, der en eller flere ulemper ved den kjente teknikk elimineres eller i alle fall minskes.

Et annet formål ifølge den foreliggende oppfinnelsen vil være å tilveiebringe et system for posisjonsmåling og integritetsmåling, der ettermontering på eksisterende sylindere, akslinger eller lignende innretninger er mulig gjort på et enkelt vis og med et godt, produserbart, robust og langtidsstabilt resultat.

Ytterligere et formål ifølge den foreliggende oppfinnelsen vil være å tilveiebringe et system for posisjonsmåling og integritetsmåling, der integrerbarheten i eksisterende produkters oppbygging og som del av eksisterende komponenter er mulig gjort på et enkelt vis og med et godt, produserbart, robust og langtidsstabilt resultat.

Disse formål er oppnådd med et system for posisjonsmåling og integritetsmåling som angitt i det etterfølgende selvstendige krav, hvor ytterligere trekk ved oppfinnelsen fremkommer av de selvstendige krav og beskrivelsen nedenfor.

### **Oppfinnelsen**

I samsvar med et første aspekt av den foreliggende oppfinnelsen er det tilveiebrakt et system som omfatter i det minste en sensorløsning for lineære

aktuatorer og lignende, hvilket system kombinerer robusthet, produserbarhet, nøyaktighet og ettermonterbarhet til rett kostnad.

5 Posisjonsmålingen og integritetsovervåkingen i forhold til den foreliggende oppfinnelsen tilveiebringes ved hjelp av gangtidsmåling i selve det lineært translatoriske og/eller roterende objekt for eksempel i sylinderstangen. Gangtidsmålinger som målemetode for avstandsmåling er et kjent prinsipp benyttet i en rekke produkter for eksempel avstandsmålere til oppmålig. Til forskjell fra eksisterende systemer basert på ultralydavstandsmåling, benyttes 10 det i denne oppfinnelsen gangtidsmåling i selve sylinderstangen. Ved å benytte gangtidsmålinger direkte i sylinderstangens material er det ikke nødvendig med en kostbar forberedelse av sylinderstangen slik tilfellet er med Linear Variable Differential Transformer (LVDT) vist for eksempel i US7587930 (B2), som også er en benyttet teknologi for deler av formålet med oppfinnelsen. Omfanget 15 av den nødvendig forberedelse av stangelementet i eksisterende løsninger er vist for eksempel i WO2010086582 (A2).

I tillegg til bortfallet av sylinderstangens forberedelse er det mulig med en ettermonterbarhet som er robust uten det eksterne lineære encodere medfører.

20 I forhold til løsninger basert på eksterne målere som benytter laser, radar og lignende, er den foreliggende oppfinnelsen ikke avhengig av fri sikt mellom sensor og punktet det ønskes å finne posisjonen til, noe som kan hindres av for eksempel snø, løse slanger eller andre hindrende strukturer eller fluider. Den 25 foreliggende oppfinnelsen er fordelaktig i forhold til andre kjente løsninger ved at den muliggjør relativ translasjon og rotasjon mellom sensoren og elementet hvis posisjon og/eller integritet ønskes bestemt.

Måling av posisjon ifølge oppfinnelsen er muliggjort av akustiske overflatebølger 30 hvor følgende prinsipp benyttes:

Det induseres en akustisk overflatebølge med plan bølgefront i et akustisk mediums overflate, for eksempel på sylinderstangen i en hydraulisk sylinder, og

- det gjøres en tidsmåling fra utsendelsen til refleksjonen av pulsen fra sylindrestangens ende(ne) igjen mottas av i det minste en sensor. Lydens hastighet i sylindrestangens materiale er kjent slik at avstanden lyden har tilbakelagt kan beregnes. Lydhastighet Rayleigh overflatebølger har for
- 5 forskjellige materialer kan bestemmes ved kalibrering dvs. ved å plassere TX og RX i kjent avstand  $s_k$  og deretter måle transittiden  $\tau_k$ . Lydhastigheten i mediet kan da bestemmes ut fra  $c = s_k / \tau_k$ . Ved etterfølgende målinger med tilfeldig avstand vil avstanden kunne bestemmes ut fra  $s = c * \tau$ .
- 10 En reflektor kan innføres i form av et spor frest i overflaten normalt på sylindrestangens lengderetning /bevegelsesretningen til overflatebølgen, eller en klave med en definert kant presses inn mot sylindrestangen Hensikten er å skape en diskontinuitet i den akustiske impedans overflatebølgene møter for å reflektere bølgene. Reflektoren følger således bevegelsen til objektet hvis
- 15 posisjon ønskes målt. Den ønskede diskontinuiteten i den akustiske impedansen opptrer også i forbindelse med stangtettinger av ulike slag slik det er kjent fra typiske sylindere og dempekonstruksjoner. Ved å plassere sensoren fast forbundet med stangeelementet i en av følgende tre posisjoner muliggjøres en rekke dynamiske vedvarende posisjons og integritetsmålinger og/eller
- 20 overvåkinger.
1. En sensor plassert ved stempelflaten eller en plungers avslutning plassert med den hensikt å sende og motta bølger mot en diskontinuitet, for eksempel tilveiebrakt av eller i forbindelse med sylindrefunksjonens tettefunksjon mot sylindrestangen eller plungeren. I integritetsøyemed er
  - 25 hensikten å overvåke/ og eller oppdage nye refleksjoner som oppstår som følge av endringer i sylindrestangen/plungerens mekaniske integritet. Signaler til og fra sensor vil tilveiebringes ved hjelp av slepekontakter, fleksible lederer eller lignende.
  2. En sensor plassert ved innfestingsøyet til en sylindrestang eller ved den
  - 30 enden av en plunger som ikke står i det trykksatte medium. Hensikten ved plasseringen er å motta refleksjoner fra de akustiske diskontinuiteten som opptrer av tettefunksjonen mot sylindrestangen eller er anbrakt

utelukkende med den hensikt å skape en slik diskontinuitet. I integritetsøyemed er hensikten å overvåke/ og eller oppdage nye refleksjoner som oppstår som følge av endringer i sylindrestangen/plungerens mekaniske integritet.

- 5 3. Plasseringer av sensoren i mellomposisjoner på stangelement eller sylinderrhus motivert av plassbehov eller særskilte ønsker med hensyn på måleresultat er også mulig.
4. En plassering av sensoren i avslutningen av sylinderrhuset med den hensikt å sende og motta refleksjoner fra diskontinuiteter tilveiebrakt av stempeltetteflater, plungertetteflater eller i det minste en innretning anbrakt utelukkende med den hensikt å skape en slik diskontinuitet, er også mulig. I integritetsøyemed er hensikten å overvåke/ og eller oppdage nye refleksjoner som oppstår som følge av endringer i sylinderrhusets integritet.

15

Systemet ifølge den foreliggende oppfinnelsen består av en sender og mottagerenhet, signalkilde for sender samt forsterker, filter og signalkonvertering til et datasignal i mottager. Overordnet kontroll av sender, mottager, samt signalbehandling, utregning av avstand/posisjon og kommunikasjon med omverdenen foregår i en tilknyttet regneenhet.

20

En ytterligere anvendelse av systemet ifølge den foreliggende oppfinnelsen er at det sendes ut et frekvensspekter og i responsen fra stangelementet utleses dens egenfrekvens. Basert på kjente faktorer som vekt og stivhet beregnes den aktuelle lengden.

25

Gangtidsmålinger betinger en interaksjon mellom sensoren og legemet hvis posisjon og/eller integritet ønskes målt. Denne interaksjonen er i denne oppfinnelsen tenkt tilveiebrakt med en av følgende metoder.

30

1. Det benyttes et overføringsprinsipp hvor den nødvendige lyd genereres i stangelementet ved hjelp av en Elektro Magnetisk Akustisk Transduser

(EMAT). EMAT er en transduserform hvor et felt benyttes for å skape en lydbølge i en overflate uten at disse nødvendigvis berører hverandre. I denne applikasjonen har dette en rekke fordeler med hensyn på slitasje mellom deler som beveges i forhold til hverandre. Elektromagnetisk transduksjon er et prinsipp for å indusere akustiske signaler i elektrisk ledende materialer. Det er to hovedprinsipper for dette som har vært i bruk i lang tid. Det ene prinsippet forutsetter at materialet i tillegg til å være elektrisk ledende også er ferromagnetisk ( $\mu_r > 1$ ). Dette prinsippet benytter seg av at virvelstrømmer oppstår i materialet som så forårsaker mekaniske krefter som utløser den akustiske bølgen.

2. Det andre prinsippet, som oppfinnelsen bygger på, krever ikke ferromagnetiske egenskaper i materialet; kun at det er elektrisk ledende, og gjør nytte av såkalte Lorentz krefter for å utløse den akustiske bølgen.
3. Det benyttes et overføringsprinsipp hvor ultralyd generert av et piezoelektrisk element ledes til og fra stangelementet ved direkte kontakt ved hjelp av et glideelement med egnet form og materialeegenskaper eller et rullelement som for eksempel en kule eller valse. Et elastisk element, for eksempel i form av en fjær, eller en annen forspenning gir en den påkrevde kontakt for overføring av signal til og fra stangelementet slik at en måling er mulig.
4. Den nødvendig lydbølgen genereres og oppfanges av et piezoelektrisk element fast forbundet til stangelementet på et dertil egnet sted. Den elektriske forbindelsen etableres ved for eksempel slepekontakter, ledning eller induksjonsprinsipper. En slik løsning muliggjør en plassering av sensoren som en del av sylindrerens stempelarrangement. En slik løsning kan også tenkes integrert i stangeelementets avslutning. I situasjoner hvor det ikke benyttes et stempelarrangement slik tilfellet er når det benyttes en plunger, eller sensoren har til hensikt å måle posisjonen til et enkelt stangelement i andre konstruksjoner eller som enkelt element. Fast plassering av en piezoelektrisk transduser utenfor et

eventuelt lukket sylinderkammer, for eksempel ved øyet til en hydraulisk sylindere, er også løsing i denne sammenheng

Et målesystem i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen vil fordelaktig

5 muliggjøre blant annet:

- En kompakt og robust byggeform
- Lav kompleksitet, få deler
- Ingen slitasjedeler
- Enkelt ettermonterbarhet på eksisterende produkter

10

- Høy nøyaktighet
- Høy målefrekvens
- Lav pris



## Eksempel

For å gi en bedre forståelse av de forskjellige tekniske trekk og funksjonene ved den foreliggende oppfinnelsen gis i det følgende en eksempelbeskrivelse av en utførelsesform. Beskrivelsen gis under henvisning til tegningene, der

5

Fig. 1 viser en typisk sylinder hvor et system ifølge den foreliggende oppfinnelsen kan benyttes med,

Fig. 2 viser skjematiske prinsippskisser av en sensor i systemet ifølge den foreliggende oppfinnelsen og en del av en typisk sylindrestang,

10 Fig. 3 viser en skjematisk prinsippskisse av en utførelsesform av et aspekt av radielle permanentmagneter i systemet ifølge den foreliggende oppfinnelsen,

Fig. 4 viser en meanderformet spole i systemet ifølge den foreliggende oppfinnelsen før krumning, som en del av monteringen i sensoren,

15 Fig. 5 viser en systemskisse for en måleanordning i systemet ifølge den foreliggende oppfinnelsen,

Fig. 6 viser en annen utførelse av måleanordningen vist på figur 5, og

Fig. 7 viser en utførelse av sensoren i systemet montert på en hydraulisk sylinder

20 Fig. 8 viser en piezoelektrisk løsning med kontaktglider

Fig. 9 viser en piezoelektrisk løsning med kuleformet kontaktelemt

Fig. 10 viser prinsippet ved integritetsovervåking ved hjelp av sensoren.

25 På figur 1 ser vi en typisk sylinder 1 i tverrsnittsriss hvor det på figuren er markert en avstand (l) mellom en sylindertetting 5 og en i stangelementets 3 ende montert øye 4. En avstand (l') er også markert og viser avstanden fra tettingen 5 til sylinderens 1 stampelement 2. En delbar sensor 6 monteres rundt sylindrestangen 3 med hensikten å tilveiebringe gangtidsmålinger i nevnte

30 stangelement 3. Lydbølgene genereres i sensoren 6 og ledes inn i stangelementet 3, hvor de får en utbredelse i stangelementets 3 lengderetning. Lydbølgene brer seg i begge retninger, slik at de treffer avslutningen av

stangelementet 3. I den ene enden møter lydbølgende avslutningen av stangelementet 3 hvor det for eksempel er montert et øye 4. I den andre enden møter lydbølgene en avslutning i form av en overgang til et stempelement 2. I løsninger hvor det benyttes en plunger, avsluttes stangelementet 3 uten et stempelement 2.

Avstanden til stangelementet 3 beregnes ved at lyd hastigheten i materialet i stangelementet 3 er kjent. Det induseres en akustisk overflatebølge med plan bølgefront i det akustiske mediets overflate, hvilket akustiske medium i dette tilfellet er stangelementet 3, og det gjøres en tidsmåling fra utsendelsen av den akustiske overflatebølgen til refleksjonen av pulsen fra stangelementets 3 ende/ender igjen mottas av sensoren 6. Lydens hastighet i stangelementets 3 materiale er kjent, slik at avstanden lyden har tilbakelagt kan beregnes. Lyd hastighet Rayleigh overflatebølger har for forskjellige materialer kan bestemmes ved kalibrering dvs. plassere TX og RX i kjent avstand  $s_k$  og måle transitttiden  $\tau_k$ . Lyd hastigheten i mediet kan da bestemmes ut fra formelen  $c=s_k/\tau_k$ . Ved etterfølgende målinger med tilfeldig avstand vil avstanden kunne bestemmes ut fra formelen  $s=c \cdot \tau$ .

På figur 2 vises det en skjematisk prinsippskisse av sensoren 6 og en del av en typisk sylinderstang 3. Sensoren 6 omfatter et antall radielt orienterte permanentmagneter 7 som er montert i en holder (ikke vist), hvor permanentmagnetene 7 er fordelt rundt stangelementets 3 omkrets. Permanentmagnetene 7 er slik anordnet at de har sammenfallende nord/syd orientering og omkranser en antenne 9 i form av en meanderspole 14. Elektrisk strøm (vist med vektorpiler inn og ut av arket) i meanderspolen 14 genererer i samspill med feltet fra permanentmagnetene 7 virvelstrøm 10 (vist med vektorpiler inn og ut av arket) med resulterende Lorenzkrefter 11 (vist med vektorpiler inn og ut av arket) i stangelementet 3, hvor disse kreftene genererer en akustisk overflatebølge som benyttes i målingen.

På figur 3 vises en prinsippskisse hvordan permanentmagnetene 7 er anbrakt rundt stangelementet 3. Meanderspolen 14 er også vist og det hele er kapslet i et hus 15 som kan åpnes for å omslutte stangelementet 3.

5 På figur 4 vises meanderspolen 14 i større detalj, idet meanderspolen 14 er vist i utrullet tilstand, der meanderspolen 14 når anordnet i huset 15, vil omslutte stangelementet 3 og være anordnet innenfor de radielle permanentmagnetene 7.

På figur 5 vises skjematisk en måleanordning i systemet ifølge den foreliggende oppfinnelsen, der en enhet 100 omfatter en strømforsyning, en regneenhet og et operatørgrensesnitt, enhet 102 omfatter en signalgiver med tilhørende elektronikk, enhet 103 omfatter signalmottaker med tilhørende elektronikk. Måleanordningen omfatter videre en EMAT TX-enhet 111 og en EMAT RX-enhet 112. Ved å forbinde de forskjellige enheter som vist, kan en avstand 106 i eksempelvis stangelementet 3.

15 Måleanordningen i systemet måler avstand mellom TX og RX ved å måle tiden akustiske Rayleigh overflatebølger bruker fra TX-enheten 111 til RX-enheten 112. Lydhastighet for Rayleigh overflatebølger for forskjellige materialer kan bestemmes ved kalibrering dvs., ved å plassere TX-enhet 111 og RX-enhet 112 i en kjent avstand  $s_k$  (ikke vist) og måle transittiden  $\tau_k$ . Lydhastigheten i mediet  
20 kan da bestemmes ut fra formelen  $c = s_k / \tau_k$ . Ved etterfølgende målinger med tilfeldig avstand  $s_k$  vil avstanden kunne bestemmes ut fra formelen  $s = c * \tau$ .

Om det utsendte signalet er kraftig nok, vil mottager i enheten 103 også motta signaler reflektert fra de to endene av stangelementet 3, hvor dette tillater  
25 posisjonsbestemmelse av stangelementets 3 ender relativt til sender- og mottagerposisjon.

På figur 6 vises skjematisk en annen utførelse av en måleanordning i systemet ifølge den foreliggende oppfinnelsen, der en enhet 100 omfatter en strømforsyning, en regneenhet og et operatørgrensesnitt, en enhet 102 omfatter en signalgiver med tilhørende elektronikk, og en enhet 103 omfatter en signalmottaker med tilhørende elektronikk. Måleanordningen omfatter videre en  
30

EMAT TX/RX-enhet 109 en reflektor 108. Ved å forbinde de forskjellige enheter som vist, kan en avstand 106 i eksempelvis stangelementet 3 bestemmes.

Dette målesystemet bygger på de samme prinsipper som måleanordningen ifølge figur 5, men her vil RX- og TX-antenne være samlet i en enhet 109. I

5 denne løsningen benyttes en TX/RX switch 110.

En reflektor 108 er innført i form av et spor frest i overflaten normalt på stangelementets 3 lengderetning, rundt omkretsen av stangelementet 3.

Alternativt kan en klave (ikke vist) med skarp kant anordnes rundt  
10 stangelementet 3, hvoretter klaven presses inn i stangelementets 3 overflate. Hensikten er å skape en diskontinuitet i den akustiske impedans overflatebølgene møter for å reflektere bølgen. Reflektoren 108 er således en fast del av stangelementet 3 og vil derfor følge dennes bevegelser.

15 Avstanden er nå gitt av formelen  $s=c \cdot \tau$ .

Betraktes systemet som om TX/RX EMAT var festet til den ende av en sylinder hvor stempelstangen 3 kommer ut, og at stangelementet 3 på figur 6 er stempelstangen har vi et system som kan bestemme posisjonen til  
20 stempelelementet 2 (eller også "øye" 4 enden av stempelstangen 3).

Figur 7 viser en mulig utførelse av systemet ifølge den foreliggende oppfinnelsen montert på en typisk hydraulisk sylinder.

Figur 8 viser et sensorarrangement med en glider 116 formet etter  
25 stangelementet 3 hvor en piezoelektrisk transduser 117 ligger presset mot 116 av spiralfjæren 118. Spiralfjæren gir det nødvendige kontaktrykk mellom delen i arrangementet og stangelementet 3. Sensoren monteres monteres i et hus (ikke vist).

Figur 9 viser et sensorarrangement hvor en kule 120 er rotasjonsfritt montert i  
30 en holder 121. Mot overkanten av holderen 121 presses en piezoelektrisk transduser 122 av en spiralfjær 123. Spiralfjæren presser arrangementet mot stangelementet 3. Sensoren monteres monteres i et hus (ikke vist).

På figur 10 vises skjematisk en måleanordning for integritetsovervåking. Lydbølgene 131 fra sensoren 6 reflekteres i sprekken 130 som følge av endringen i akustisk impedans noe som så registreres i sensoren.s

- 5 Systemet ifølge den foreliggende oppfinnelsen er imidlertid ikke begrenset til å benyttes i forbindelse med ulike pneumatiske eller hydrauliske sylindere, men kan også benyttes på ulike stangelement eller lignende hvor det er ønskelig med en posisjonsmåling.

Det skal bemerkes at flere utførelsesformer er mulige. Oppfinnelsens omfang er 10 begrenset av patentkravene, og en fagmann vil kunne gjøre et flertall endringer av de ovennevnte eksemplene uten å forlate oppfinnelsens omfang.

P a t e n t k r a v

- 5 1. System for en pneumatisk eller hydraulisk sylinder, lineærføring, demper, stangelement eller lignende komponenter, innrettet for å tilveiebringe posisjonsmåling ved hjelp av avstanden til en og/eller begge ender av et stavelement **karakterisert ved** at det benyttes en ultralydbasert gangtidsmåling direkte i det translatoriske og/eller roterende element (3).
- 10 2. Sensor i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at lydbølgene for gangtidsmålingen genereres av en EMAT (6) som genererer og oppfanger lydbølgen.
3. Sensor i samsvar med patentkrav 2, **karakterisert ved** at sensorens (6) permanentmagneter (7) har en i radiell retning samsvarende orientering med hensyn på deres individuelle nord- og sydoriering.
- 15 4. Sensor i samsvar med patentkrav 2, **karakterisert ved** at sensorens (6) permanentmagneter (7) har toroideform med en utstrekning som dekker hele eller deler av en sirkel som omkranser elementet (3) hvor lydbølgen ønskes introdusert og oppfanget.
- 20 5. Sensor i samsvar med patentkrav 2, **karakterisert ved** at sensorens (6) permanentmagneter (7) har toroideform med et bueformet tverrsnitt med en utstrekning som dekker hele eller deler av en sirkel som omkranser elementet (3) hvor lydbølgen ønske introdusert og oppfanget.
- 25 6. System i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at lydbølgende for gangtidsmålingen genereres og motas ved hjelp av en for formålet egnet pizoelektrisk transduser (117) eller (122).
7. Sensor i samsvar med patentkrav 1 og 6, **karakterisert ved** at kontakten mellom det pizoelektriske element (117) er en glideflate (116) forspent av en fjær (118).
- 30 8. Sensor i samsvar med patentkrav 1 og 6, **karakterisert ved** at kontakten mellom det pizoelektriske element (122) er et rullende legeme, for eksempel en kule(120).

9. Sensor i samsvar med patentkrav 1 til 12, **karakterisert ved** at sensoren (6) kan ettermonteres uten forberedelser av sylinderkropp/og eller stangelementer (3).
- 5 10. Sensor i samsvar med patentkrav 1 til 12, **karakterisert ved** at sensoren integreres i sylinderset avslutning
- 10 11. System for en pneumatisk eller hydraulisk sylinder, lineærføring, demper, stangelement akslinger eller lignende komponenter, innrettet for å tilveiebringe integritetsmåling ved hjelp av refleksjoner 131 fra akustiske impedansendringer fra sprekker 130 og skader **karakterisert ved** at de akustiskebølgene for integritetsovervåkingen genereres av en EMAT(6) som genererer og oppfanger lydbølgen og er fast installert men hvor det overvåkede objekt 3 kan roterer og translere i forholdt til sensoren 6
- 15 12. Sensor i samsvar med patentkrav 10, **karakterisert ved** at sensorens permanentmagneter( 7) har en i radiell retning samsvarende orientering med hensyn på deres individuelle nord- og sydorientering.

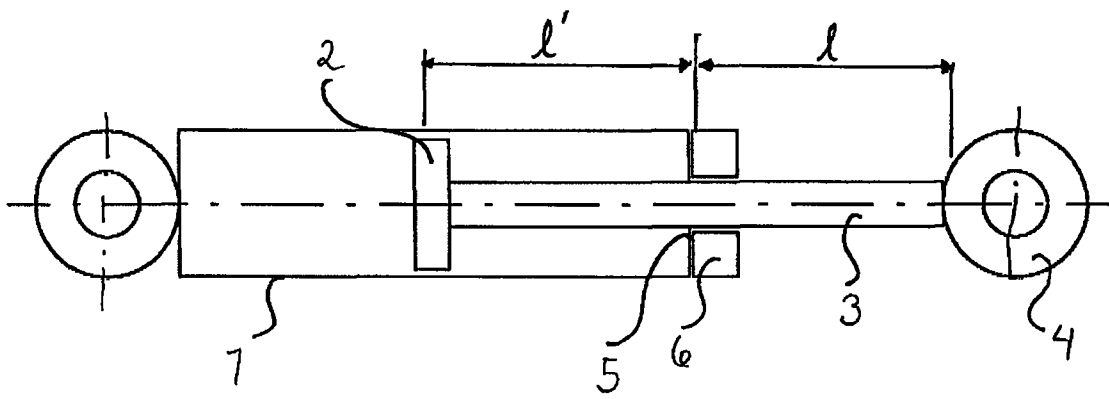


Fig. 1



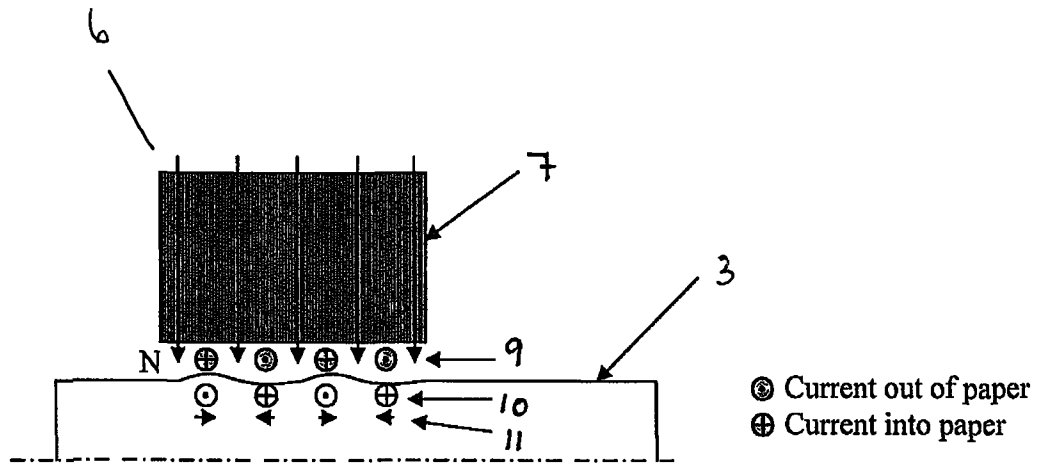


Fig. 2

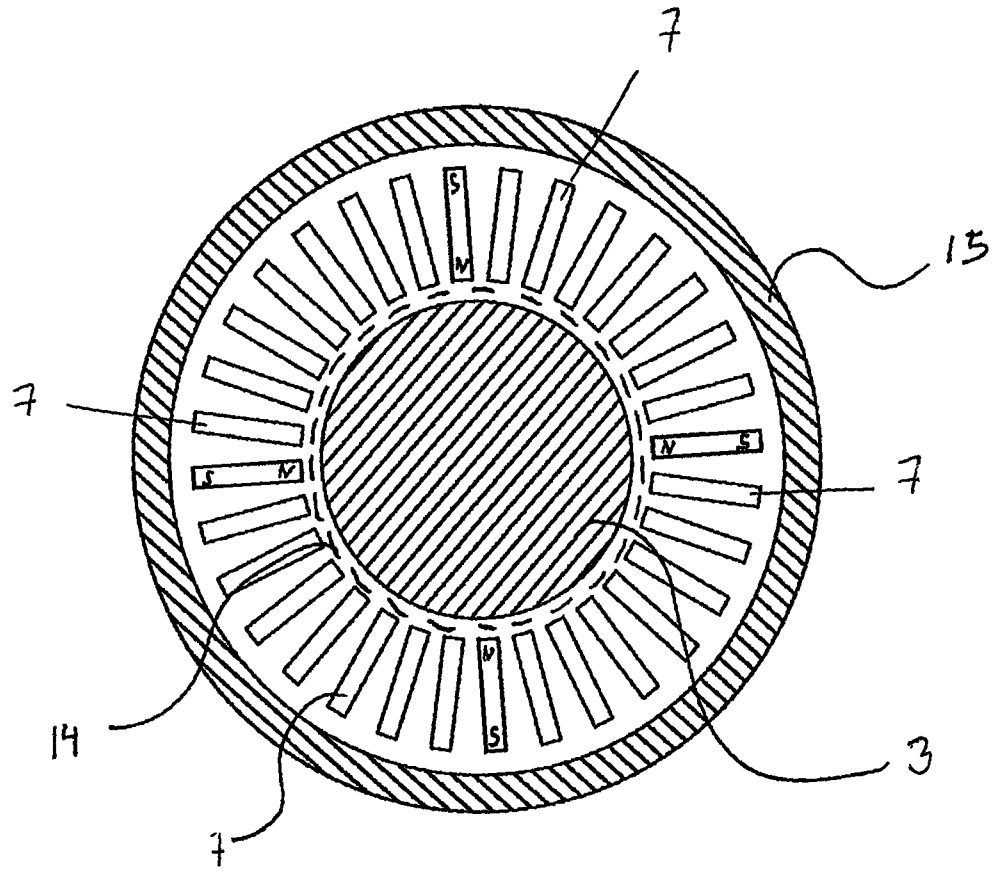


FIG. 3

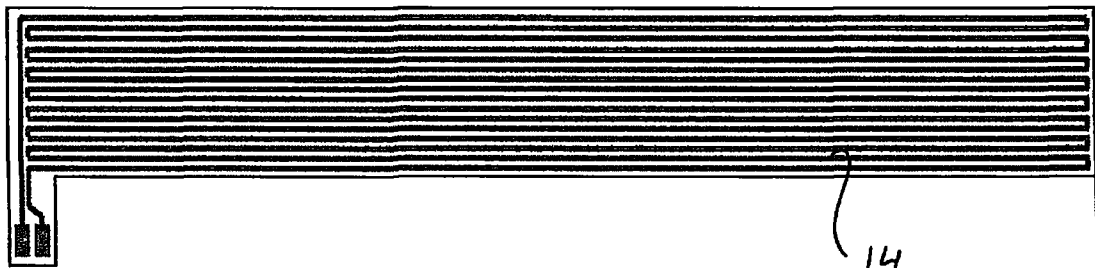


FIG 4

14

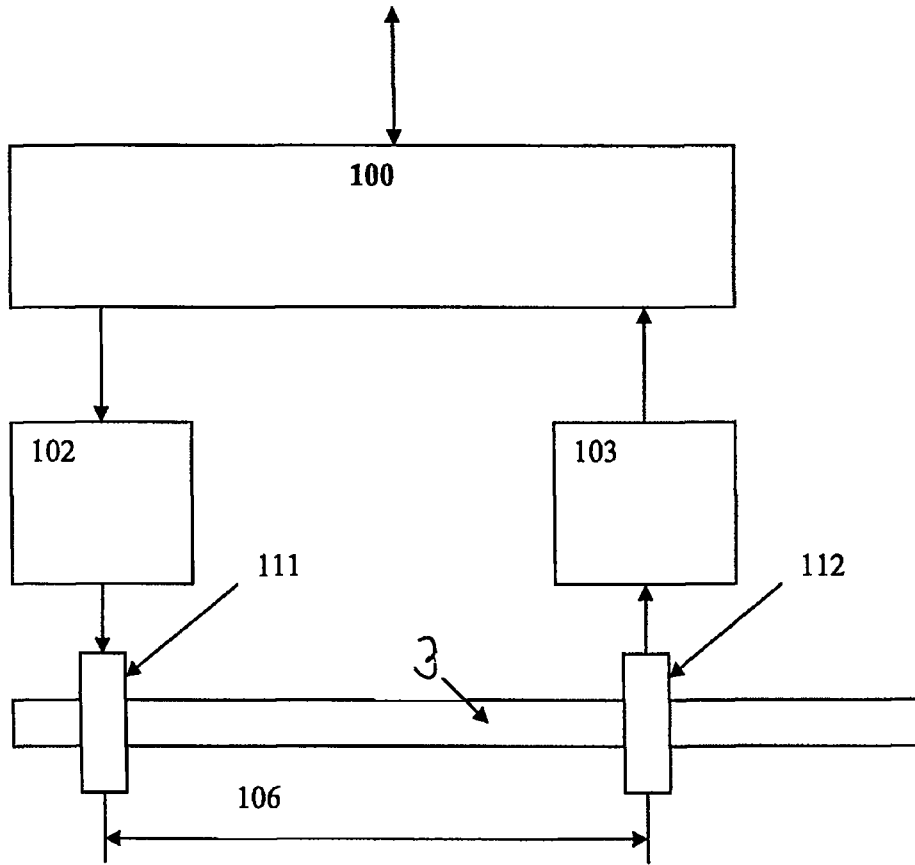


Fig. 5

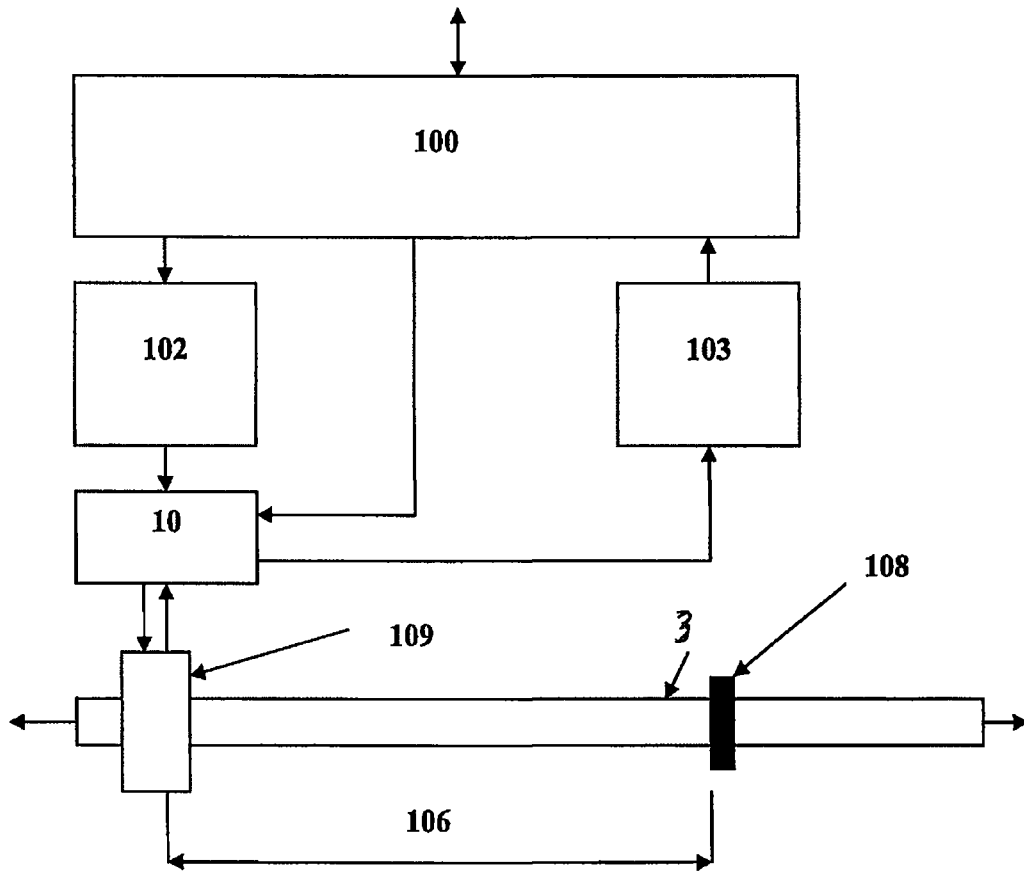


Fig 6

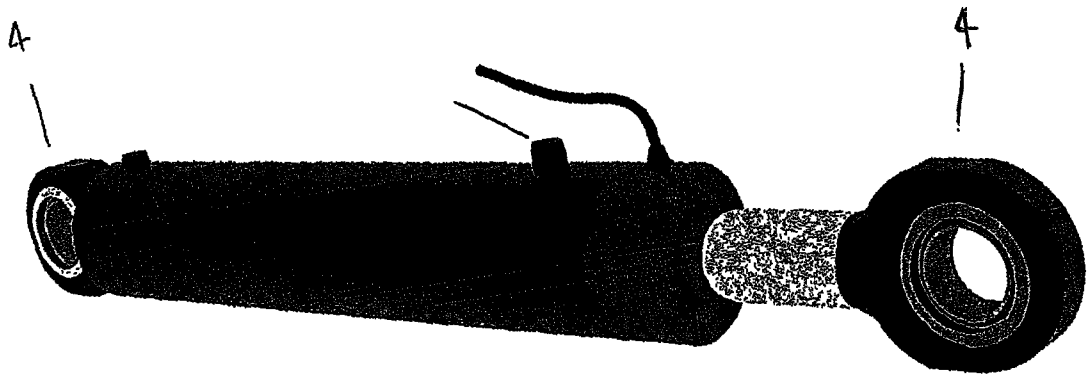


FIG 7

