

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **81105840.3**

(51) Int. Cl.³: **B 25 J 5/00**

(22) Anmeldetag: **23.07.81**

(30) Priorität: **06.08.80 DE 3029811**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.02.82 Patentblatt 82/6

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB LI SE

(71) Anmelder: **KRAFTWERK UNION**
AKTIENGESELLSCHAFT
Wiesenstrasse 35
D-4330 Mülheim (Ruhr)(DE)

(72) Erfinder: **Gugel, Georg**
Fürther Strasse 17
D-8501 Kalchreuth(DE)

(74) Vertreter: **Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al,**
Postfach 22 01 76
D-8000 München 22(DE)

(54) **Manipulator zur fernbedienbaren Inspektion und gegebenenfalls Reparatur von Wärmetauscherrohren.**

(57) Der Manipulator (M) zum fernbedienbaren Positionieren von der Inspektion und gegebenenfalls Reparatur dienenden, an flexible Versorgungsschläuche angeschlossenen Rohrsonden an den Rohrmündungen der in einer Rohrplatte gefaßten Rohre von Wärmetauschern, insbesondere von Dampferzeugern für Kernreaktoren, weist einen mittels zueinander beabstandeten Spreizdornen (8, 8a, 8b, 8c, 8d) an den Rohrmündungen befestigbaren Tragkörper (9) mit Führungsbahn (10) auf, ferner einen am Tragkörper (9) gelagerten und an dessen Führungsbahn geradlinig verfahrbaren Support (11) sowie einen am Support in der rohrrqueren Ebene schwenkbar gelagerten Ausleger (7), der an seinem freien Ende ein Mundstück (6) trägt, das auf die jeweils angewählte Rohrmündung ausricht- bzw. aufsetzbar ist und durch welches die jeweilige Rohrsonde in das zugehörige Wärmetauscherrohr einfahrbar ist. Es sind mindestens drei aus- und einfahrbare, über die Länge des Tragkörpers (9) verteilte Spreizdorne (8) vorgesehen. Der Ausleger (7) ist in einem Winkelbereich (φ) von mindestens $360^\circ - 2\alpha$ schwenkbar, wobei α durch die Beziehung $\cos \alpha = m/n$ definiert ist, n die Länge des Auslegers und m das Lot vom Auslegerschwenkpunkt auf die Rohrfeld-Begrenzungssehne (301) bedeutet. Jeweils einer der mindestens drei Spreizdorne (8) ist zwecks Zugänglichkeit der von ihm abgedeckten Rohrmündung für das Mundstück (6) und/oder zwecks Ausführung einer durch

den betreffenden Spreizdorn (8) andernfalls behinderten Schwenk- oder Längsverstellung des Auslegers (7) unter Beibehaltung des Spreizeingriffs der anderen Spreizdorne einziehbar.

./...

EP 0 045 454 A2

COMPLETE DOCUMENT



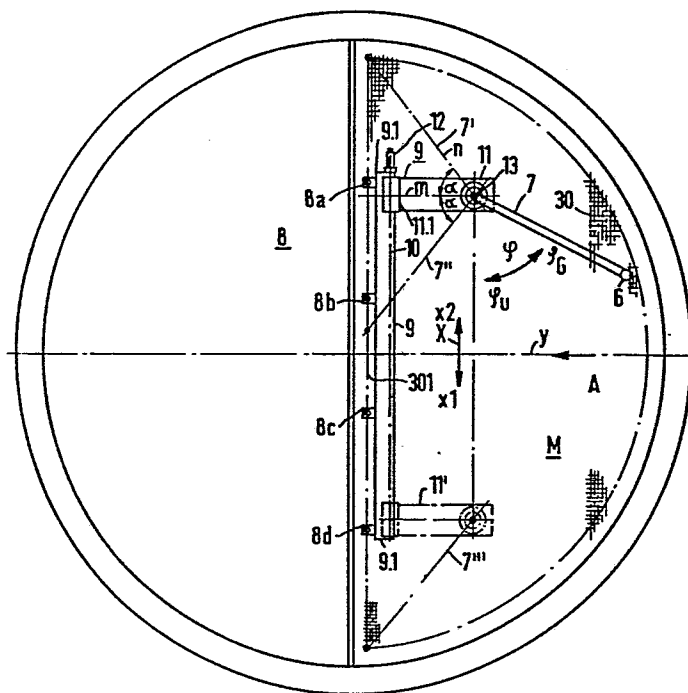


FIG2

5 Manipulator zur fernbedienbaren Inspektion und gegebenenfalls Reparatur von Wärmetauscherrohren

Die Erfindung bezieht sich auf einen Manipulator zum fernbedienbaren Positionieren von der Inspektion und gegebenenfalls Reparatur dienenden Rohrsonden gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein solcher Manipulator ist durch die DE-PS 22 63 143 bekannt. Bei diesem bekannten Manipulator deckt der Tragkörper - dort als Geräteträger bezeichnet - die im Bereich seiner Grundfläche liegenden Rohrmündungen ab. Ohne ein Umsetzen des Tragkörpers ist also eine Zugänglichkeit zu den abgedeckten Rohrmündungen für die Rohrsonde nicht gegeben.

Ein anderer bekannter Manipulator der eingangs genannten Art nach der DE-OS 25 52 341 arbeitet nach dem sogenannten Fingerwalker-Prinzip. Ein solcher Fingerwalker besteht im Prinzip aus zwei relativ zueinander beweglichen, ineinandergleitenden Teilen, von denen jeder Teil seine eigenen Spreizdorne aufweist, die zur Arretierung des gesamten Manipulators am Rohrfeld, auch in einer Überkopf-Position, ausreichen müssen, so daß der andere Teil bei gelösten Spreizdornen sich fortbewegen bzw. schreiten kann und - nachdem nach Ausführung des Schrittes seine Spreizdorne wieder verriegelt sind - der andere Manipulatorteil einen Schritt ausführen kann, und so fort. Bei dem vorgenannten bekannten Manipulator nach der DE-OS 25 52 341 bestehen die beiden Manipulator-
teile aus zwei rechtwinklig zueinander angeordneten Armen, welche in X- bzw. Y-Richtung eines gedachten Koordinatensystems relativ zueinander und damit auch



zum Rohrfeld verschiebbar sind und deren jeder an seinen Enden mit Spreizdornen versehen ist. Ein solcher Fingerwalker ist ein verhältnismäßig kompliziert aufgebautes Gebilde, welches nicht nur die Ortssteuerung für den das Mundstück tragenden Ausleger, sondern auch die Fortbewegungssteuerung für das Schreitwerk aufweisen muß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Manipulator der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem eine 100%-ige Prüfung des Rohrfeldes eines Wärmetauschers, insbesondere innerhalb der Primärkammer eines Dampferzeugers für Kernreaktoren, ermöglicht ist, ohne daß der Manipulator nach seiner einmaligen Befestigung umgesetzt werden und ohne daß er die Mechanik und Steuerung eines Fingerwalkers aufweisen müßte.

Erfindungsgemäß wird die gestellte Aufgabe bei einem Manipulator der eingangs genannten Art durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben. Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile sind vor allem darin zu sehen, daß der einmal mit den Spreizdornen seines Tragkörpers am Rohrfeld befestigte und zentrierte Manipulator für eine 100%-ige Rohrprüfung nicht mehr umgesetzt zu werden und auch nicht fortzuschreiten braucht; es genügt zum Überstreichen aller Rohrmündungen die geradlinige Bewegung des Supports und die stufenlose Schwenkbewegung des Auslegers. Die Spreizdorne werden also nicht zum Fortschreiten eingefahren, sondern nur, um eine Schwenkung oder Längsverstellung des Auslegers in diesem Bereich und/oder um eine Zugänglichkeit zu der vom Spreizdorn besetzten Rohrmündung zu ermöglichen; die einmal vorgenommene Montage und Zentrierung des Manipulators bleibt erhalten.

Im folgenden wird anhand der mehrere Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnung die Erfindung noch näher erläutert. Darin zeigt in vereinfachter Darstellung unter Fortlassung der für das Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Teile:

Fig. 1 in einem Längsschnitt eines Dampferzeugers die Seitenansicht des in der einen Primärkammerhälfte am Rohrboden befestigten und zentrierten Manipulators;

Fig. 2 die Draufsicht auf den Manipulator nach Fig. 1 mit Blickrichtung von unten, wobei vier Ausleger- und zwei Support-Positionen dargestellt sind;

Fig. 3 die Ansicht in Blickrichtung A auf den Manipulator nach Fig. 2 und

Fig. 4 im Ausschnitt eine Variante für den Ausleger des Manipulators mit Teleskopverstellung.

Der in Fig. 1 dargestellte Dampferzeuger DE für Druckwasser-Kernreaktoren hat eine Kesselwandung 1 mit eingeschweißtem Rohrboden 2 und Bodenkalotten-Wandteil 1a für die beiden Primärkammerhälften 1a, 1b. In den Rohrboden sind die Wärmetauscherrohre 3 eingeschweißt, von denen nur drei deutlicher herausgezeichnet und die anderen lediglich gestrichelt angedeutet sind, mit in die Primärkammer 1a, 1b weisenden Rohrmündungen 3a. Das Primärmedium, aufbereitetes normales Wasser, welches im Kern des nicht dargestellten Reaktordruckbehälters erwärmt wird, gelangt über eine gleichfalls nicht dargestellte Primärkreisrohrleitung über einen nicht ersichtlichen Einlaßstutzen z.B. in die Primärkammerhälfte 1a, welche von der Primärkammerhälfte 1b durch eine gewölbte Trennwand 4 abgetrennt ist. Es tritt über die Mündungen 3a in das Rohrbündel 3.1 ein, gibt seine Wärme an das in der Sekundärkammer II enthaltene, zu ver-

dampfende Sekundärmedium ab und strömt über die U-Rohr-
Bögen in das zweite Rohrbündel 3.2, welches es über die
Rohrmündungen 3a verläßt und so in die Primärkammerhälfte
Ib und deren nicht gezeichneten Auslaßstutzen in den Pri-
5 märkreislauf zwecks erneuter Aufheizung im Reaktorkern
zurückgespeist werden kann. Die wärmetauschenden Rohre 3
des Dampferzeugers DE müssen einer periodischen Über-
prüfung auf Anrisse unterzogen werden. Das geschieht mit
einer in die Rohre 3 einfahrbaren Rohrsonde RS eines
10 Wirbelstrommeßgerätes, welche in Fig. 1 in einer Einfahr-
position im Rohrmündungsbereich gezeigt ist. Außer der
erwähnten Wirbelstrommeß-Sonde RS kann es sich dabei
auch um Reinigungswerkzeuge zur Rohrreinigung von innen
handeln oder um Reparaturwerkzeuge, durch welche eben-
15 falls Sprengstopfen zur Abdichtung von Rissen eingebracht
werden können.

Zur Manipulation all dieser Sonden dient der Manipulator
M, welcher folglich zum fernbedienbaren Positionieren
20 von der Inspektion und gegebenenfalls Reparatur dienen-
den Rohrsonden RS an den Rohrmündungen 3a der in der
Rohrplatte 2 gefaßten Rohre 3 von Dampferzeugern DE für
Kernreaktoren dient. Anstelle von Dampferzeugern könnte
es sich auch allgemein um Wärmetauscher mit einer ent-
25 sprechenden Rohrplatte 2 handeln. Die Sonde RS ist an
einen flexiblen Versorgungsschlauch 5.1 angeschlossen,
welcher zugleich als Schubschlauch für die Rohrsonde RS
an seinem Ende dient und der innerhalb eines flexiblen
Führungsschlauches 5.2 hin und her bewegbar gelagert ist.
30 Versorgungs- und Führungsschlauch 5.1, 5.2 sind für ein
Teilstück in Fig. 1 vergrößert herausgezeichnet und als
Ganzes mit 5 bezeichnet. Der Führungsschlauch 5.2 endet
in einem Mundstück 6, welches von dem freien Ende eines
in einer rohrqueren Ebene schwenkbar gelagerten Ausle-
35 gers 7 getragen ist.

Wie es Fig. 1 in Verbindung mit Fig. 2 und 3 zeigt, weist der Manipulator M einen mittels zueinander beabstandeten Spreizdornen 8 an den Rohrmündungen 3a befestigbaren Tragkörper 9 mit Führungsbahn 10 in Form einer Spindel auf, einen am Tragkörper 9 gelagerten und an dessen Führungsbahn 10 geradlinig in Richtung x geradlinig verfahrbaren Support 11 sowie den bereits erwähnten, am Support 11 in einer rohrqueren Ebene schwenkbar gelagerten Ausleger 7. Der Tragkörper 9 besteht aus einer langgestreckten Rahmenkonstruktion mit Endplatten 9.1, welche mit den Drehlagern für die beiden Enden der ein Außengewinde aufweisenden Spindel 10 versehen sind. An die eine der Platte 9.1 ist weiterhin ein Antriebsmotor 12 für die Spindel 10 angeflanscht. Der Support 11 ist ein biegesteifer Kragbalken, welcher mit seinem Wandermutterkörper 11.1 auf der Spindel 10 so gelagert ist, daß sich bei Drehung der Spindel 10 der Support in x-Richtung je nach der Drehrichtung hin und her verschieben läßt, sich jedoch nicht mitdrehen kann. Hierzu umgreift der Support 11 mit einem U-förmigen, schematisch in Fig. 1 angedeuteten Halte-
teteil 11.2 mit oberem und unteren Haltearm 11.21, 11.22 entsprechende obere und untere Führungsbahnen 9.2 des Tragkörpers 9. Durch das abgewinkelte Ende 11.23 des oberen Führungsarmes 11.21, welches eine nicht dargestellte Führungsleiste des Tragkörpers 9 hintergreift, ist gewährleistet, daß der Support 11 nicht nach unten wegklappen kann. Alle die Führungsflächen am Support 11 und ihre Gegenflächen am Tragkörper 9 zur Bewegung des Supports in x-Richtung können mit nicht näher dargestellten Rollenkörpern zur Erzielung einer rollenden anstatt einer gleitenden Reibung versehen sein.

Am freien Ende des Supports 11 ist auf einer oberen Tragfläche 9.3 desselben mit in Arbeitsposition des Manipulators M vertikaler Drehachse 13 das Gehäuse eines Schwenkantriebes 14 angeflanscht, bei dem es sich um

einen stufenlos verstellbaren Drehmotor handelt, mit dessen Drehachse 13 der als Gelenkkopf dienende Lagerkörper 7.1 des Auslegers 7 verbunden ist. Die Längenerstreckung des Tragkörpers 9, des Supports 11 und des Auslegers 7 ist nun jeweils so bemessen, daß durch ein Verfahren des Supports 11 in x-Richtung und durch ein Verschwenken des Auslegers 7 um den Winkel φ in einem Winkelbereich von mindestens $360^\circ - 2\alpha$, wie später noch im einzelnen erläutert, mit dem Mundstück 6 des Auslegers 7 jede beliebige Rohrmündung 3a des Rohrfeldes 30 erreichbar ist (Fig. 2). Das Rohrfeld 30 ist in Fig. 2 ausschnittsweise durch einen Raster sich rechtwinklig kreuzender Linien und durch die strichpunktierten Umrißlinien eines Kreisabschnittes angedeutet.

Das Aus- und Einfahren der Spreizdorne 8 (siehe insbesondere Fig. 1) erfolgt mittels Spreizdornantrieben, bestehend aus einer den Spreizdorn 8 an ihrem freien Ende aufweisenden Schubstange 8.2 und einem Antriebsgehäuse 8.3 für die Schubstange 8.2, welche als Pneumatikzylinder für die entsprechende (nicht dargestellte) Pneumatikkolben aufweisenden Schubstangen 8.2 ausgeführt sein kann. Das Aus- und Einfahren der Spreizdorne 8 erfolgt bei der dargestellten Arbeitsposition des Manipulators in z-Richtung, vergleiche Pfeil. Aufbau und Funktion derartiger Spreizdorne sind an sich bekannt und z.B. in der DE-OS 25 52 341 näher beschrieben, so daß hier auf eine nähere Erläuterung verzichtet werden kann.

30

Fig. 2 und 3 zeigen, daß mindestens drei, im vorliegenden Falle sind es vier, aus- und einfahbare, über die Länge des Tragkörpers 9 verteilte Spreizdorne 8 vorgesehen sind. Fig. 2 verdeutlicht ferner anhand der Ausleger-

- 7 - VPA 80 P 9 3 4 4 E

positionen 7, 7', 7" und 7''', daß der Ausleger 7 in einem Winkelbereich von $360^{\circ} - 2\alpha$ schwenkbar ist, und zwar stufenlos schwenkbar, damit das Mundstück 6 auf eine beliebige Rohrmündung 3a ausgerichtet und so die Rohrsonde

5 RS problemlos eingefahren werden kann. Die Rohrsonde RS ist darüber hinaus an ihrem Einfahrende zweckmäßig konisch zulaufend, um die Einführung bei geringfügigen Seitenabweichungen zu erleichtern. Der Winkel α ist durch die Beziehung $\cos \alpha = m : n$ definiert, wobei n die Länge

10 des Auslegers 7 und m das Lot vom Auslegerschwenkpunkt 13 auf die Rohrfeldbegrenzungssehne 301 bedeutet. Dies wird deutlicher bei Betrachtung von Fig. 2 und der Auslegerpositionen 7, 7", 7''' und 7'. Von der mit ausgezogenen Linien dargestellten Position 7 des Auslegers kann dieser

15 durch Verschwenken in Uhrzeigerrichtung φ_u in die Position 7" verfahren werden. Er erreicht damit die Rohrfeld-Begrenzungssehne 301 und die auf dieser Sehne liegenden Rohrmündungen. Wird jetzt der Support 11 in Richtung x_1 verfahren, so können alle in dieser Richtung liegen-

20 den Rohrmündungen vom Mundstück 6 erreicht werden bis zur äußersten Position 7''' mit Ausnahme der von den Spreizdornen 8c und 8d besetzten Rohrmündungen. Deshalb werden, wenn der Ausleger mit seinem Mundstück 6 kurz vor der durch den Spreizdorn 8c bzw. 8d abgedeckten

25 Rohrmündung steht, die Spreizdorne kurzzeitig zurück- bzw. eingefahren in Richtung z_1 (Fig. 1), wobei aber die übrigen Spreizdorne 8a, 8b und 8d (im Falle des gelifteten Spreizdorns 8c) im Eingriff bleiben. Damit bleibt die Befestigungs- und Zentrierposition des Manipulators M bzw. des Tragkörpers 9 erhalten. Entsprechendes gilt beim Anfahren der vom Spreizdorn 8d bedeckten Rohrmündung; dieser Spreizdorn 8d wird zur Prüfung des entsprechenden Wärmetauscherrohres außer Eingriff gebracht, während die übrigen 8a, 8b und 8c in Eingriff

30 bleiben. Wenn die restlichen auf der Begrenzungssehne 301 liegenden Rohrmündungen angefahren werden sollen,

35

so muß der Ausleger 7 in die Position 7' verschwenkt werden, wozu es erforderlich ist, ihn in eine Mittenposition zu bringen, d.h. den Support 11 so zu verfahren, daß der Schwenkpunkt 13 auf der Symmetrieachse y liegt.

- 5 Dann ist es möglich, den Ausleger 7 in Gegenzeigerrichtung φ_G in die Position 7' zu verschwenken. Bei dem dann möglichen Abfahren der Rohrmündungen auf der Begrenzungssehne 301 wird, wie bereits grundsätzlich erläutert, der Spreizdorn 8a kurzzeitig eingezogen, damit 1. ein Weiter-
- 10 fahren des Auslegers möglich ist und 2. auch eine Prüfung des vom Spreizdorn versperrt gewesenen Rohres. Wie man sieht, erreicht das Mundstück 6 des Auslegers 7 durch entsprechende Verstelloperationen sämtliche Rohrmündungen 3a des Rohrfeldes 30, und zwar gleichgültig, ob dem Rohrfeld
- 15 ein karthesisches oder ein Polar-Koordinatensystem zugrunde liegt. Zur Rückmeldung der jeweiligen Position des Auslegers 7 ist seinem Drehmotor 14 ein Winkelkodierer zugeordnet, und der Support 11 kann z.B. mit dem Ritzel eines Längenkodierers mit einer parallel zur Spindel 10
- 20 am Tragkörper 9 angebrachten Zahnstange in Eingriff stehen, so daß aus den entsprechenden Impulsen des Längen- und Winkel-Kodierers über einen Rechner an einem Bedienungspult die genaue Rohrposition in karthesischen Koordinaten, die das Mundstück-6 gerade einnimmt, be-
- 25 rechnet werden kann. Der Manipulator M ist, wie ersichtlich, symmetrisch zur Symmetrieachse y positioniert und auf diese Position ist auch die Länge des Auslegers 7 abgestimmt. Die elektrischen Zuleitungen für die Verstellmotoren 12 und 14 sowie die Längen- und Winkel-
- 30 Kodierer, ferner die pneumatischen Zuleitungen für die Spreizdorn-Zylinder 8.3 sind der Einfachheit halber weggelassen.

In Fig. 3 ist gestrichelt ein Spreizdorn 8' angedeutet, 35 der anstelle der beiden Spreizdorne 8c und 8b in einer zweiten Ausführungsform Verwendung finden könnte, so daß der Manipulator M mit den Spreizdornen 8a, 8' und 8d

- 9 - VPA 80 P 9344 E

ausgerüstet wäre. Drei Spreizdorne stellen das Minimum pro Manipulator dar, da zwei von ihnen in Prüfposition des Manipulators M immer in Eingriff stehen müssen.

Eine vergrößerte Klemmsicherheit ergibt indessen die erste Ausführung mit vier Spreizdornen, da dann, wenn einer der mindestens drei gleichzeitig in Eingriff befindlichen Spreizdorne versagen sollte, immer noch zwei in Eingriff sind. Es ist auch möglich, mehr als vier Spreizdorne vorzusehen.

Fig. 4 zeigt im Ausschnitt einen Ausleger 70, der in seiner Länge verstellbar ist, und zwar bedingt durch ein Teleskopgestänge mit Zylinderteil 71 und Kolbenteil 72. Ein solcher Ausleger kann fast um die Hälfte in seiner Länge verkürzt werden, was z.B. den Vorteil hat, daß - siehe Fig. 2 - zum Verschwenken des Auslegers von Position 7 in Position 7' dieser nicht in die Mittenposition verfahren zu werden braucht. Außerdem ist dadurch der Vorteil erzielbar, daß keine so genaue Abstimmung der Auslegerlänge und der Abmessungen des Supports 11 und des Tragkörpers 9 auf die Innenkonturen der Dampferzeugerkammer vorgenommen zu werden braucht; damit wäre ein solcher Manipulator universeller, d.h. für verschiedene Dampferzeugergrößen mit unterschiedlichen Primärkammerabmessungen, einsetzbar.

Zusätzlich zu den Spreizdornen kann eine noch bessere, schwingungssichere Abstützung des Manipulators M innerhalb der Primärkammerhälfte Ib dadurch erreicht werden, daß der Tragkörper 9 eine Stützeinrichtung 15 mit mindestens einem seitlich gegen die Trennwand 4 verspannbaren Stützfuß 15.1 aufweist. Dabei handelt es sich vorteilhaft um eine Pneumatikkolben-Zylinder-Anordnung. Der Stützfuß 15.1 ist dabei z.B. mit einem Kugelgelenk an die Kolbenstange 15.2 angelenkt, um sich der Wölbung der Trennwand 4 anzupassen.

- Die strichpunktierte Teildarstellung des Manipulators M im linken Teil der Figur 1 innerhalb der Primärkammerhälfte 1a verdeutlicht, daß es möglich ist, mit dem Mundstück 6 bis in spitzwinklige Nischen 16, die durch die Konvex-Wölbung der Trennwand 4 bedingt sind, hineinzufahren, wobei jedoch an die Flexibilität von Führungs- und Versorgungsschlauch 5.2, 5.1 besondere Anforderungen gestellt werden.
- 10 Im Falle eines Geradrohrdampferzeugers ist die Primärkammer des Dampferzeugers nicht durch eine Trennwand 4 unterteilt; in diesem Falle wäre es vorteilhaft, einen Manipulator M zu verwenden, der durch Verdoppelung. d.h. Spiegelung an seiner Spreizdornverbindungsachse ent-
- 15 standen zu denken ist und damit beidseits der Längsachse eines auf diese Weise verdoppelten Tragkörpers 9 je einen Support 11 mit Ausleger 7 aufweist. In diesem Falle könnten sogar beide Schwenkarme gleichzeitig arbeiten, wodurch die etwa halbe Prüfzeit im Vergleich zu einem Manipulator mit nur einem Ausleger erzielbar wäre.
- 20
- Der Manipulator M wird bei entwässerter Dampferzeuger-Primärkammer durch das Mannloch ML (dessen nicht dargestellter Deckel zu diesem Zweck abgenommen ist) eingeführt und in die aus Fig. 2 am besten erkennbare Prüfposition gebracht. Dazu ist nur ein kurzzeitiger Aufenthalt von Bedienungspersonal in Schutzanzügen in der Primärkammer erforderlich. Nach Durchführung der
- 25
- 30 Prüfung wird der Manipulator M entsprechend wieder demontiert und herausgenommen. Es ist auch grundsätzlich möglich, um einen Einstieg von Bedienungspersonal in die Dampferzeuger-Primärkammer zu umgehen, am Mannlochstützen ML1 ein von außen durch den Stützen bis
- 35 hinein in die Primärkammer ragendes Schienensystem zu

- 11 - VPA 80 P 9344 E

befestigen, an dem der Manipulator M außen aufgegleist wird und sodann fernbedient in seine Prüfposition verfahren werden kann, wie dies in der DE-OS 28 30 306 bereits erläutert ist.

4 Figuren

5 Patentansprüche

Patentansprüche

1. Manipulator zum fernbedienbaren Positionieren von der
Inspektion und gegebenenfalls Reparatur dienenden, an
5 flexible Versorgungsschläuche angeschlossenen Rohrsonden
an den Rohrmündungen der in einer Rohrplatte gefaßten
Rohre von Wärmetauschern, insbesondere von Dampfer-
zeugern für Kernreaktoren, wobei der Manipulator einen
mittels zueinander beabstandeten Spreizdornen an den
10 Rohrmündungen befestigbaren Tragkörper mit Führungsbahn
aufweist, einen am Tragkörper gelagerten und an dessen
Führungsbahn geradlinig verfahrbaren Support sowie
einen am Support in der rohrqueren Ebene schwenkbar ge-
lagerten Ausleger, der an seinem freien Ende ein Mund-
15 stück trägt, das auf die jeweils angewählte Rohrmündung
ausricht- bzw. aufsetzbar ist, welches an einen den Ver-
sorgungsschläuchen zwecks längenverschieblicher Be-
wegung umgebenden flexiblen Führungsschlauch angeschlos-
sen und durch welches die jeweilige Rohrsonde in das zu-
20 gehörige Wärmetauscherrohr einfahrbar ist, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß mindestens drei aus-
und einfahrbare, über die Länge des Tragkörpers (9)
verteilte Spreizdorne (8) vorgesehen sind und daß der
Ausleger (7) in einem Winkelbereich (φ) von mindestens
25 $360^\circ - 2\alpha$ schwenkbar ist, wobei α durch die Beziehung
 $\cos \alpha = m/n$ definiert ist, n die Länge des Auslegers und
m das Lot vom Auslegerschwenkpunkt auf die Rohrfeld-
Begrenzungssehne (301) bedeutet und jeweils einer der
mindestens drei Spreizdorne (8) zwecks Zugänglichkeit
30 der von ihm abgedeckten Rohrmündung (3a) für das Mund-
stück (6) und/oder zwecks Ausführung einer durch den
betreffenden Spreizdorn (8) andernfalls behinderten
Schwenk- oder Längsverstellung des Auslegers (7) unter
Beibehaltung des Spreizeingriffs der anderen Spreiz-
35 dorne einziehbar ist.

2. Manipulator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß der Ausleger (7) in seiner
Länge verstellbar ist.

3. Manipulator nach Anspruch 2, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß der Ausleger ein Teleskop-
ausleger (70) mit einem Teleskopgestänge (71, 72) ist.

4. Manipulator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Trag-
körper (9) vier über seine Länge gleichmäßig verteilte
Spreizdorne (8a - 8d) aufweist.

5. Manipulator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei
der zu inspizierende Dampferzeuger ein U-Rohr-Dampfer-
zeuger ist mit einer durch eine gewölbte Trennwand in
zwei Primärkammerhälften getrennten Primärkammer, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Trag-
körper (9) eine Stützeinrichtung (15) mit mindestens
einem seitlich gegen die Trennwand (4) verspannbaren
Stützfuß (15.1) aufweist.

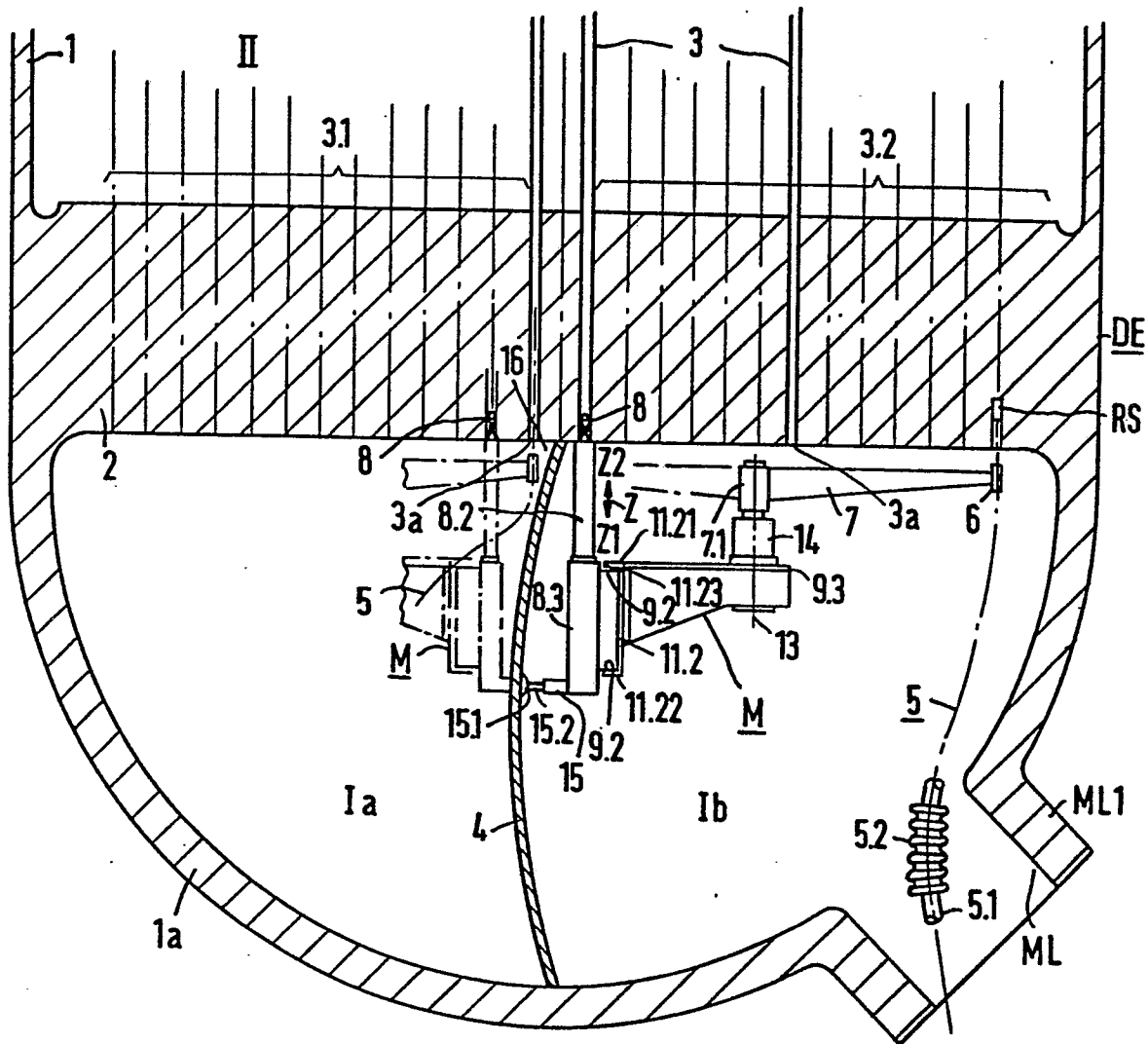


FIG 1

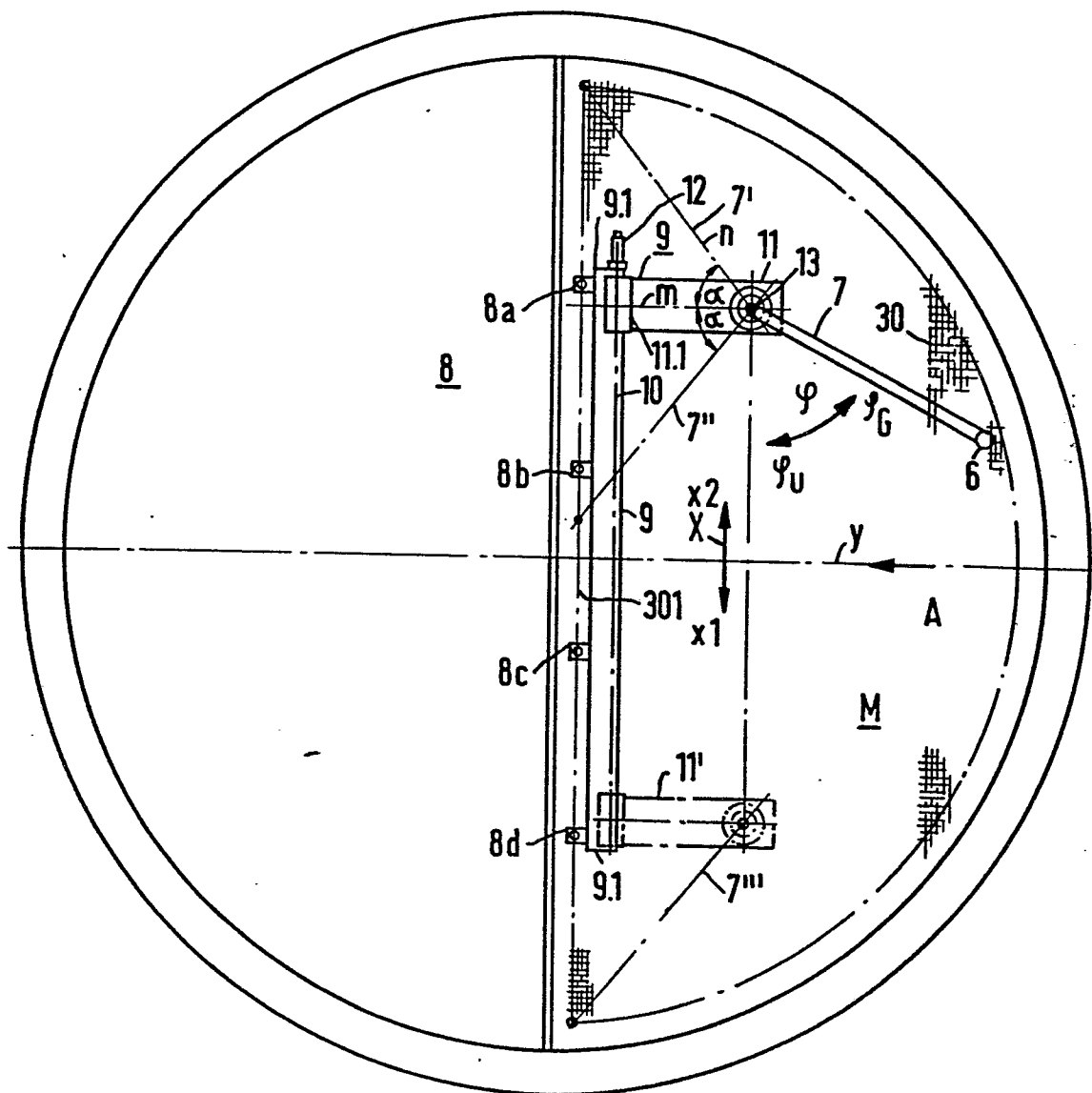


FIG 2

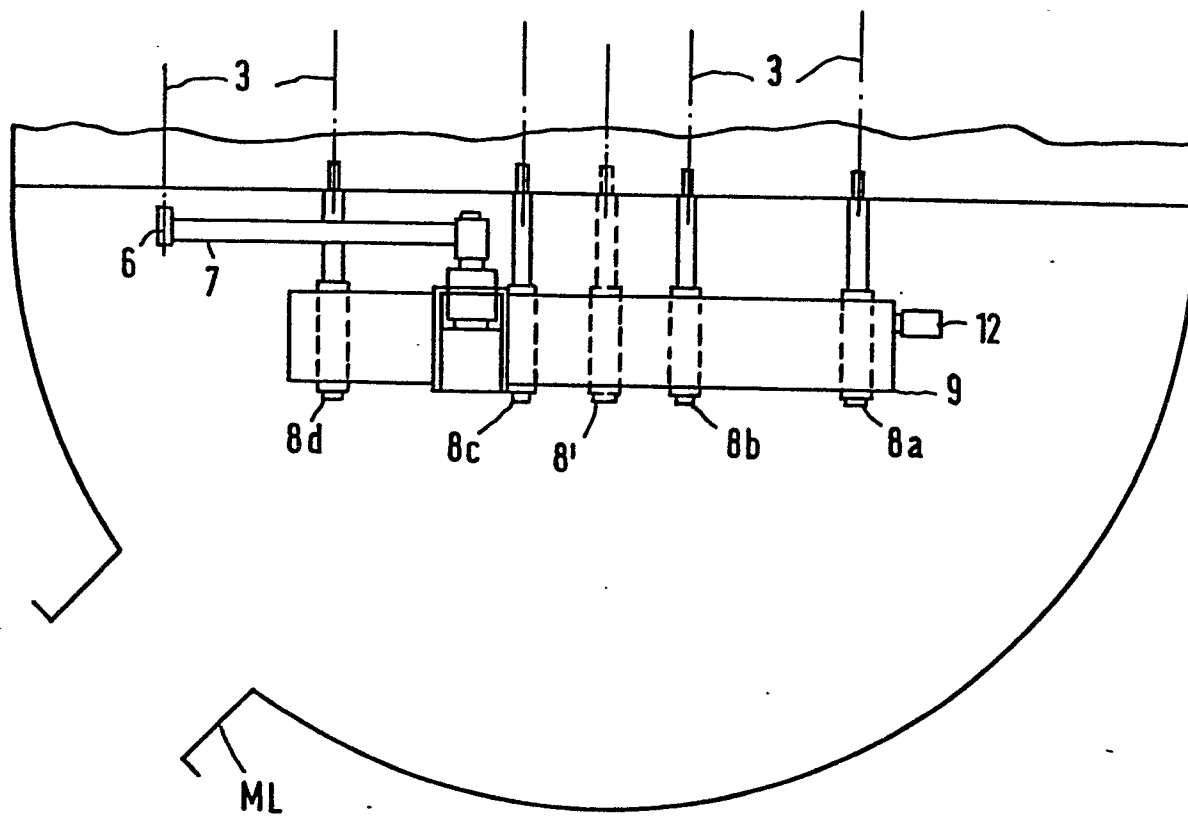


FIG 3

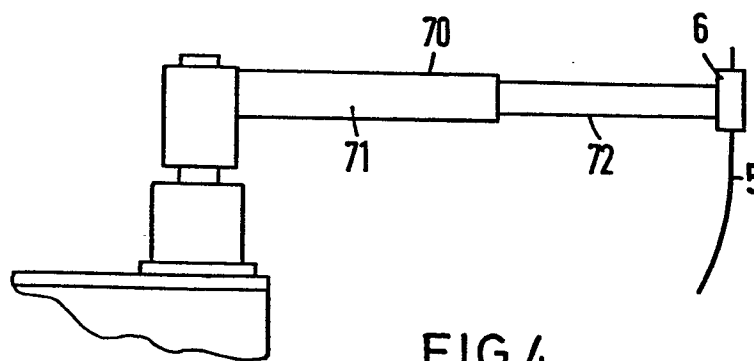


FIG 4