



(12)

## NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der neuen Patentschrift :  
**15.04.92 Patentblatt 92/16**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **G21F 9/00**

(21) Anmeldenummer : **83107922.3**

(22) Anmeldetag : **11.08.83**

(54) **Verfahren und Einrichtung zum Entfernen von Ablagerungen auf den Oberflächen der Bauteile einer wassergekühlten Kernreaktoranlage.**

(30) Priorität : **21.10.82 DE 3238886**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**02.05.84 Patentblatt 84/18**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung :  
**22.04.87 Patentblatt 87/17**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch :  
**15.04.92 Patentblatt 92/16**

(84) Benannte Vertragsstaaten :  
**BE CH DE FR IT LI NL SE**

(56) Entgegenhaltungen :  
**EP-A- 0 102 048**  
**GB-A- 839 402**

(56) Entgegenhaltungen :  
**US-A- 4 071 376**  
**NUCLEONICS, Band 7, Nr. 7, Juli 1958, Seiten 104-105, New York; USA, R.L. ROD: "Recent advances in ultrasonic decontamination"**  
**CHEMICAL ENGINEERING PROGRESS, Band 58, Nr. 4, April 1962, Seiten 96-98, New York, USA, J.L. MYERS: "Ultrasonic and uranium"**

(73) Patentinhaber : **ABB Reaktor GmbH**  
**Dudenstrasse 44**  
**W-6800 Mannheim 1 (DE)**

(72) Erfinder : **Scharpenberg, Rainer, Ing.grad.**  
**Im Krappenklingen 32**  
**W-6948 Waldmichelbach (DE)**

(74) Vertreter : **Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing. et al**  
**c/o BBC Brown Boveri Aktiengesellschaft ZPT**  
**Postfach 100351 Kallstadter Strasse 1**  
**W-6800 Mannheim 1 (DE)**

**Beschreibung für folgenden Vertragsstaaten: DE, IT, SE****Beschreibung**

5

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Reinigen der Oberfläche eines Kernreaktorkennenelementes, das in einem flüssigkeitsgefüllten Behälter angeordnet ist, wobei der Behälter unfangsseitig mehrere Ultraschall-Schwinger trägt, deren Schallwellen in Richtung Brennelement gerichtet sind.

10

Eine derartige Einrichtung ist aus der Zeitschrift « Nucleonics », Ausgabe Juli 1958 bekannt. Dort sind auf verschiedenen Ebenen am Umfang des Behälters Ultraschall-Schwinger angeordnet. In der jeweiligen Ebene wird das Brennelement offenbar nur aus einer Richtung beschallt. Bei der Ultraschallreinigung von Metallteilen wird mit Frequenzen oberhalb von 18 KHz gearbeitet. Da zum Reinigen die Teile unter Wasser angeordnet sind, hat man es mit Longitudinalwellen zu tun, die zur periodischen Verdichtung der Materie Wasser führen. Aufgrund der grossen Energie reisst das Wasser während der Zugphase an Instabilitätsphasen auseinander. In der folgenden Druckphase brechen die Bläschen mit grosser Geschwindigkeit in sich zusammen, wobei in der nächsten Umgebung dieser sehr kleinen Bläschen Energie frei wird, die sich als Überdruck der Größenordnung von über 1000 bar und als Mikroströmung bemerkbar macht. Die Grenzflächen von Flüssigkeit zu Festkörper stellen Instabilitätsstellen und somit Kavitationskeime dar. Dieser Vorgang wird mit Mikroschruppen bezeichnet, da auch die kleinsten Fremdteilchen von der Festkörperoberfläche durch rein mechanische Kräfte entfernt werden. Aufgrund der grossen Energien, die bei einer Beschallung aus einer Richtung auf das Brennelement auftreffen, sind Beschädigungen an den in den Hüllrohren der Brennstäbe angeordneten Brennstofftabletten sowie an anderen Bauteilen des Brennelementes nicht auszuschliessen. Bei der in der Zeitschrift « Nucleonics » dargestellten Einrichtung lässt es sich nicht vermeiden, dass die von der Brennelementoberfläche bereits entfernten Ablagerungspartikel die Intensität des weiteren Reinigungsvorganges beeinträchtigen oder nach ausserhalb des Behälters gelangen. Dies ist insbesondere dann von Nachteil, wenn der Behälter aus Abschirmgründen in einem Wasserbecken angeordnet ist.

15

Ferner ist aus der EP-A 01 02 048, die unter Art. 54 (3) EPÜ fällt, ein Wasserbecken zum Lagern von Kernreaktorkennenelementen bekannt. Dort wird das Brennelement während seines Absenkorganges in einen mit einem Behälter vergleichbaren Schacht an einem Ultraschall-Schwinger vorbeigeführt, der am oberen Ende des Schachtes angeordnet ist. Vom unteren Ende des Schachtes führt eine Saugleitung weg, über die mit Schmutzpartikeln versehenes Schachtwasser durch einen außerhalb des Wasserbeckens angeordneten Filter geleitet und dann wieder in das Wasserbecken zurückgeführt wird. Diese Bauweise erfordert zusätzliche Abschirmmaßnahmen für den Filter. In der EP-A 01 02 048 ist nur ein einziger Ultraschall-Schwinger angegeben, der am oberen Ende des Schachtes angeordnet sein soll. Über seine Positionierung ist nichts ausgeführt.

20

Es ist die Aufgabe der Erfindung eine Einrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die bei schräger Behandlung des Brennelementes bereits während des Reinigungsvorgang die Entfernung der Ablagerungspartikel aus dem Behälter sicherstellt und diese Partikel aus dem den Behälter umgebenden Wasser fernhält.

25

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäss dadurch, daß das Kernreaktorkennenelement in einem mit einem Deckel verschossenen Behälter angeordnet ist, dass die Ultraschall-Schwinger an wenigstens zwei gegenüberliegenden Aussenseiten des in einem Wasserbecken angeordneten wassergefüllten Behälters befestigt sind, dass die jeweils gegenüberliegenden Ultraschall-Schwinger auf einer gemeinsamen Mittenachse liegen, dass der Behälter mit einer Leitung zur Umwälzung des innerhalb desselben befindlichen Wassers versehen ist und dass in der Leitung eine Umwälzpumpe und ein Filter in Reihe geschaltet sind.

30

Durch die gewählte Anordnung der Ultraschall-Schwinger heben sich die auf das Brennelement wirkenden Kräfte gegenseitig auf, so dass Beschädigungen sicher vermieden werden. Die während des Reinigungsvorganges anfallenden Ablagerungspartikel werden ausgetragen, so dass weder eine Beeinträchtigung der Ultraschallintensität noch eine Verunreinigung des den Behälter umgebenden Wassers auftritt.

35

Nach einer weiteren Ausführung ist in der dem Behälter zugeordneten Leitung in Durchflussrichtung gesetzen vor dem Filter eine Vorrichtung zur Überprüfung des Reinheitsgrades des den Behälter verlassenden Wassers vorgesehen. Sobald ein vorgebbarer Reinheitsgrad des Wassers erreicht ist, wird der Beschallungsvorgang beendet.

Ein Verfahren zum Reinigen der Oberfläche eines Kernreaktorkennenelements, wobei eine Einrichtung nach der Erfindung verwendet wird, läuft in folgenden Schritten ab:

40

a) Das Brennelement wird gleichzeitig von gegenüberliegenden Seiten aus mit Ultraschall-Schwingern gleicher Leistung beschallt.

b) Das Behälterwasser wird während dem Reinigungsvorgang umgewälzt.

Dadurch wird eine schonende Behandlung des Brennelementes erzielt und ein nachteiliger Einfluss auf

die Intensität des Ultraschall-Schwingers sowie auf die Umgebung des Behälters vermieden.

Gemäss einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens verbleibt das Brennelement nach dem Abschluss des Reinigungsvorganges im Behälter und wird dort einem Sippingtest unterzogen.

Damit wird sichergestellt, dass eventuell in den Ablagerungen enthaltene Radioaktivitäten, die aus anderen defekten Brennelementen des ursprünglichen Kernverbandes stammen nicht zu Fehlschlüssen bei dem Sippingtest führen. Ausserdem wird durch die Kombination der Reinigung mit dem Sippingtest eine erhebliche Zeitsparnis erzielt, wodurch die Verfügbarkeit der Kernreaktoranlage erhöht wird.

Anhand von Ausführungsbeispielen und der schematischen Zeichnungen der Figur 1, 1a und 2 wird die erfindungsgemässe Einrichtung und ein Verfahren zum Einsatz einer derartigen Einrichtung beschrieben. Dabei zeigen die

Fig. 1 ein in einem geschlossenen Behälter angeordnetes Brennelement, und

Fig. 1a einen Schnitt entlang der Linie a-a der Figur 1 und

Die Figur 1 zeigt einen Teilbereich eines Wasserbeckens 1, das zur Aufbewahrung von abgebrannten Brennelementen unter Wahrung ausreichender Abschirmbedingungen durch das Wasser dient. Bekanntlich ist hierzu eine Wasserschicht erforderlich, die oberhalb der eingelagerten Brennelemente noch eine Dicke von mehreren Metern aufweist. Am Boden 2 des Wasserbeckens ist ein Behälter 3 zur Aufnahme eines Brennelementes 4 wassergekühlter Kernreaktoren angeordnet. Das komplett montierte Brennelement 4 war bereits im Reaktorkern eingesetzt und soll nach erfolgter Entfernung der auf den Oberflächen seiner Bauteile haftenden Ablagerungen auf seine Wiederverwendbarkeit im Reaktorkern überprüft werden. Es besteht aus dem Fuss 5 und dem Kopfstück 6, die über nicht dargestellte Steuerstabführungsrohre miteinander verbunden sind und das Gerippe des Brennelementes bilden. Zwischen dem Fuss- und dem Kopfstück erstreckt sich eine Vielzahl von ca. vier Meter langen Hüllrohren 7, die eine grosse Anzahl von Brennstofftabletten aus Urandioxid enthalten und an ihren Enden mit nicht dargestellten Endstopfen verschlossen sind. Mehrere über die Länge der Hüllrohre verteilte Abstandshaltegitter 8 halten die Hüllrohre in ihrer Position. Insbesondere die Brennstofftabletten und die mit feingliedrigen Federungen ausgestatteten Abstandshaltegitter sind durch die zur Reinigung erforderlichen energiereichen Frequenzen einer schädlichen Belastung ausgesetzt. Durch die gleichzeitige Beschallung mit gegenüber angeordneten Ultraschall-Schwingern gleicher Leistung, werden die auf die Bauteile des Brennelementes einwirkenden Kräfte gegenseitig aufgehoben bzw. zumindest reduziert. Wie aus der Fig. 1a zu ersehen ist, sind an den vier Seitenwänden 9, 10, 11 und 12 des aus Stahl bestehenden geschlossenen Behälters 3 Swingerplatten 13 befestigt. Jede Swingerplatte trägt neun Ultraschall-Schwinger 14 gleicher Leistung und gleicher geometrischer Anordnung. Jeweils vier paarweise gegenüberliegende Swingerplatten 13 sind auf gleicher Höhe angeordnet, so dass sich die von ihnen getragenen Ultraschall-Schwinger 14 gegenüberliegen. Der Behälter ist mit drei mal vier solcher Swingerplatten ausgerüstet, die in ihrer senkrechten Erstreckung betrachtet einen solchen Abstand zueinander haben, dass eine optimale Reinigung der Oberflächen des Brennelementes erfolgt. Ein mit Drehgelenken 15 ausgestattetes Halteelement 16 trägt einen hydraulisch betätigten Zylinder 17 und ist mit seinem einen Ende 18 am Behälter 3 und mit seinem anderen Ende 19 an einem Deckel 20 zum Verschliessen des Behälters 3 befestigt. Die Steuerleitungen 21 des Zylinders 17 sind mit einer ausserhalb des Wasserbeckens 1 befindlichen Steuereinheit 22 verbunden, so dass der Deckel 20 zur Be- bzw. Entladung des Behälters mit einem Brennelement ferngesteuert geöffnet oder geschlossen werden kann. Auch die Ultraschall-Schwinger werden, wie mit der Verbindungsleitung 23 angedeutet, von der Steuereinheit bedient. Damit die aufgrund der Ultraschalleinwirkung bereits entfernten und in dem innerhalb des Behälters angeordneten Wasser vorhandenen Ablagerungspartikel den Reinigungsprozess nicht stören, weist der Behälter eine mit einem Filter und einer Umwälzpumpe versehene Leitung 26 auf. Die Leitung 26 ist mit ihrem einen Ende in der Nähe des Behälterbodens 27 und mit ihrem anderen Ende in der Nähe des Deckels 20 mit dem Behälter 3 verbunden. Die Umwälzpumpe 25 bewirkt einen Umlauf des im Behälter befindlichen und zur Ultraschallreinigung erforderlichen Wassers, so dass darin enthaltene Partikel im Filter 24 zurückgehalten werden. Eine über die Kabelverbindung 28 mit der Steuereinheit 22 verbundene und in Durchflussrichtung gesehen vor dem Filter in die Leitung 26 eingebaute Vorrichtung 29 dient zur Überwachung des Reinheitsgrades des im Behälter 3 angeordneten Wassers. Das Erreichen eines vorgebbaren Reinheitsgrades ist ein Indiz dafür, wie weit die Ablagerungen von den Oberflächen des Brennelementes entfernt sind. Ist das den Anforderungen entsprechende Ergebnis erreicht, wird die Beschallung beendet und das gereinigte Brennelement entnommen.

Die in den Fig. 1 und 1a beschriebene Einrichtung ist besonders vorteilhaft, wenn als Behälter 3 ein in wassergekühlten Reaktoranlagen üblicherweise bekannter Sippingbehälter verwendet wird. Der Sippingbehälter nimmt ebenfalls ein Brennelement auf. Durch die Wirkung der Nachzerfallswärme treten aus defekten Hüllrohren radioaktive Spaltprodukte in das Behälterwasser aus. Eine Wasserprobe ergibt dann Aufschluss darüber, ob Hüllrohre des Brennelementes defekt sind und ausgetauscht werden müssen. Ein solcher Sippingbehälter wäre nur mit Ultraschall-Schwingern 14 und der Leitung 26 zu ertüchtigen, um zusätzlich für die Ultraschall-

reinigung verwendbar zu sein. Bei einer solchen kombinierten Anwendung ist es von Vorteil, zuerst die Ultraschallreinigung vorzunehmen und dann erst den Sippingtest durchzuführen. Diese Vorgehensweise ist folgerichtig, da in den an den Oberflächen des gerade im Sippingbehälter befindlichen Brennelementen anhaftende Ablagerungen aktivitätsführende Stoffe enthalten sein können, die aus anderen beschädigten Brennelementen des Kernverbandes stammen. Ein Brennelement könnte als defekt bezeichnet werden obwohl es gar keine defekten Hüllrohre enthält. Werden die Ablagerungen jedoch vor dem Sippingtest entfernt und im Filter festgehalten, so werden falsche Aussagen des Sippingtestes vermieden.

#### Beschreibung für folgenden Vertragsstaaten: BE, CH, FR, LI, NL

10

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Reinigen der Oberfläche eines Kernreaktorkennenelementes, das in einem flüssigkeitsgefüllten Behälter angeordnet ist, wobei der Behälter unfangsseitig mehrere Ultraschall-Schwinger trägt, deren Schallwellen in Richtung Brennelement gerichtet sind.

15

Eine derartige Einrichtung ist aus der Zeitschrift « Nucleonics », Ausgabe Juli 1958 bekannt. Dort sind auf verschiedenen Ebenen am Umfang des Behälters Ultraschall-Schwinger angeordnet. In der jeweiligen Ebene wird das Brennelement offenbar nur aus einer Richtung beschallt. Bei der Ultraschallreinigung von Metallteilen wird mit Frequenzen oberhalb von 18 KHz gearbeitet. Da zum Reinigen die Teile unter Wasser angeordnet sind, hat man es mit Longitudinalwellen zu tun, die zur periodischen Verdichtung der Materie Wasser führen. Aufgrund der grossen Energie reisst das Wasser während der Zugphase an Instabilitätsphasen auseinander. In der folgenden Druckphase brechen die Bläschen mit grosser Geschwindigkeit in sich zusammen, wobei in der nächsten Umgebung dieser sehr kleinen Bläschen Energie frei wird, die sich als Überdruck der Größenordnung von über 1000 bar und als Mikroströmung bemerkbar macht. Die Grenzflächen von Flüssigkeit zu Festkörper stellen Instabilitätsstellen und somit Kavitationskeime dar. Dieser Vorgang wird mit Mikroschrüppen bezeichnet, da auch die kleinsten Fremdteilchen von der Festkörperoberfläche durch rein mechanische Kräfte entfernt werden. Aufgrund der grossen Energien, die bei einer Beschallung aus einer Richtung auf das Brennelement auftreffen, sind Beschädigungen an den in den Hüllrohren der Brennstäbe angeordneten Brennstofftabletten sowie an anderen Bauteilen des Brennelementes nicht auszuschliessen. Bei der in der Zeitschrift « Nucleonics » dargestellten Einrichtung lässt es sich nicht vermeiden, dass die von der Brennelementoberfläche bereits entfernten Ablagerungspartikel die Intensität des weiteren Reinigungsvorganges beeinträchtigen oder nach ausserhalb des Behälters gelangen. Dies ist insbesondere dann von Nachteil, wenn der Behälter aus Abschirmgründen in einem Wasserbecken angeordnet ist.

20

Es ist die Aufgabe der Erfindung eine Einrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die bei schoneider Behandlung des Brennelementes bereits während des Reinigungsvorgang die Entfernung der Ablagerungspartikel aus dem Behälter sicherstellt und diese Partikel aus dem den Behälter umgebenden Wasser fernhält.

25

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäss dadurch, dass die Ultraschall-Schwinger an wenigstens zwei gegenüberliegenden Aussenseiten des in einem Wasserbecken angeordneten wassergefüllten Behälters befestigt sind, dass die jeweils gegenüberliegenden Ultraschall-Schwinger auf einer gemeinsamen Mittenachse liegen, dass der Behälter mit einer Leitung zur Umwälzung des innerhalb desselben befindlichen Wassers versehen ist und dass in der Leitung eine Umwälzpumpe und ein Filter in Reihe geschaltet sind.

30

Durch die gewählte Anordnung der Ultraschall-Schwinger heben sich die auf das Brennelement wirkenden Kräfte gegenseitig auf, so dass Beschädigungen sicher vermieden werden. Die während des Reinigungsvorganges anfallenden Ablagerungspartikel werden ausgetragen, so dass weder eine Beeinträchtigung der Ultraschallintensität noch eine Verunreinigung des den Behälter umgebenden Wassers auftritt.

35

Das Brennelement kann in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen in einem oben offenen oder in einem geschlossenen Behälter angeordnet sein.

40

Nach einer weiteren Ausführung ist in der dem Behälter zugeordneten Leitung in Durchflussrichtung gesetzen vor dem Filter eine Vorrichtung zur Überprüfung des Reinheitsgrades des den Behälter verlassenden Wassers vorgesehen. Sobald ein vorgebbarer Reinheitsgrad des Wassers erreicht ist, wird der Beschallungsvorgang beendet.

45

Ein Verfahren zum Reinigen der Oberfläche eines Kernreaktorkennenelements, wobei eine Einrichtung nach der Erfindung verwendet wird, läuft in folgenden Schritten ab:

50

a) Das Brennelement wird gleichzeitig von gegenüberliegenden Seiten aus mit Ultraschall-Schwingern gleicher Leistung beschallt.

b) Das Behälterwasser wird während dem Reinigungsvorgang umgewälzt.

Dadurch wird eine schonende Behandlung des Brennelementes erzielt und ein nachteiliger Einfluss auf die Intensität des Ultraschall-Schwingers sowie auf die Umgebung des Behälters vermieden.

Gemäss einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens verbleibt das Brennelement nach dem Abschluss

des Reinigungsvorganges im Behälter und wird dort einem Sippingtest unterzogen.

Damit wird sichergestellt, dass eventuell in den Ablagerungen enthaltene Radioaktivitäten, die aus anderen defekten Brennelementen des ursprünglichen Kernverbandes stammen nicht zu Fehlschlüssen bei dem Sippingtest führen. Außerdem wird durch die Kombination der Reinigung mit dem Sippingtest eine erhebliche Zeitsparnis erzielt, wodurch die Verfügbarkeit der Kernreaktoranlage erhöht wird.

Anhand von Ausführungsbeispielen und der schematischen Zeichnungen der Figur 1, 1a und 2 wird die erfundungsgemäße Einrichtung und ein Verfahren zum Einsatz einer derartigen Einrichtung beschrieben. Dabei zeigen die

Fig. 1 ein in einem geschlossenen Behälter angeordnetes Brennelement,

Fig. 1a einen Schnitt entlang der Linie a-a der Figur 1 und

Fig. 2 ein in einem offenen Behälter angeordnetes Brennelement.

Die Figur 1 zeigt einen Teilbereich eines Wasserbeckens 1, das zur Aufbewahrung von abgebrannten Brennelementen unter Wahrung ausreichender Abschirmbedingungen durch das Wasser dient. Bekanntlich ist hierzu eine Wasserschicht erforderlich, die oberhalb der eingelagerten Brennelemente noch eine Dicke von mehreren Metern aufweist. Am Boden 2 des Wasserbeckens ist ein Behälter 3 zur Aufnahme eines Brennelementes 4 wassergekühlter Kernreaktoren angeordnet. Das komplett montierte Brennelement 4 war bereits im Reaktorkern eingesetzt und soll nach erfolgter Entfernung der auf den Oberflächen seiner Bauteile haftenden Ablagerungen auf seine Wiederverwendbarkeit im Reaktorkern überprüft werden. Es besteht aus dem Fuss 5 und dem Kopfstück 6, die über nicht dargestellte Steuerstabführungsrohre miteinander verbunden sind und das Gerippe des Brennelementes bilden. Zwischen dem Fuss- und dem Kopfstück erstreckt sich eine Vielzahl von ca. vier Meter langen Hüllrohren 7, die eine grosse Anzahl von Brennstofftabletten aus Uranoxid enthalten und an ihren Enden mit nicht dargestellten Endstopfen verschlossen sind. Mehrere über die Länge der Hüllrohre verteilte Abstandshaltegitter 8 halten die Hüllrohre in ihrer Position. Insbesondere die Brennstofftabletten und die mit feingliedrigen Federungen ausgestatteten Abstandshaltegitter sind durch die zur Reinigung erforderlichen energiereichen Frequenzen einer schädlichen Belastung ausgesetzt. Durch die gleichzeitige Beschallung mit gegenüber angeordneten Ultraschall-Schwingern gleicher Leistung, werden die auf die Bauteile des Brennelementes einwirkenden Kräfte gegenseitig aufgehoben bzw. zumindest reduziert. Wie aus der Fig. 1a zu ersehen ist, sind an den vier Seitenwänden 9, 10, 11 und 12 des aus Stahl bestehenden geschlossenen Behälters 3 Schwingерplatten 13 befestigt. Jede Schwingplatte trägt neun Ultraschall-Schwinger 14 gleicher Leistung und gleicher geometrischer Anordnung. Jeweils vier paarweise gegenüberliegende Schwingplatten 13 sind auf gleicher Höhe angeordnet, so dass sich die von ihnen getragenen Ultraschall-Schwinger 14 gegenüberliegen. Der Behälter ist mit drei mal vier solcher Schwingplatten ausgerüstet, die in ihrer senkrechten Erstreckung betrachtet einen solchen Abstand zueinander haben, dass eine optimale Reinigung der Oberflächen des Brennelementes erfolgt. Ein mit Drehgelenken 15 ausgestattetes Halteelement 16 trägt einen hydraulisch betätigten Zylinder 17 und ist mit seinem einen Ende 18 am Behälter 3 und mit seinem anderen Ende 19 an einem Deckel 20 zum Verschliessen des Behälters 3 befestigt. Die Steuerleitungen 21 des Zylinders 17 sind mit einer ausserhalb des Wasserbeckens 1 befindlichen Steuereinheit 22 verbunden, so dass der Deckel 20 zur Be- bzw. Entladung des Behälters mit einem Brennelement ferngesteuert geöffnet oder geschlossen werden kann. Auch die Ultraschall-Schwinger werden, wie mit der Verbindungsleitung 23 angedeutet, von der Steuereinheit bedient. Damit die aufgrund der Ultraschalleinwirkung bereits entfernten und in dem innerhalb des Behälters angeordneten Wasser vorhandenen Ablagerungspartikel den Reinigungsprozess nicht stören, weist der Behälter eine mit einem Filter und einer Umwälzpumpe versehene Leitung 26 auf. Die Leitung 26 ist mit ihrem einen Ende in der Nähe des Behälterbodens 27 und mit ihrem anderen Ende in der Nähe des Deckels 20 mit dem Behälter 3 verbunden. Die Umwälzpumpe 25 bewirkt einen Umlauf des im Behälter befindlichen und zur Ultraschallreinigung erforderlichen Wassers, so dass darin enthaltene Partikel im Filter 24 zurückgehalten werden. Eine über die Kabelverbindung 28 mit der Steuereinheit 22 verbundene und in Durchflussrichtung gesehen vor dem Filter in die Leitung 26 eingebaute Vorrichtung 29 dient zur Überwachung des Reinheitsgrades des im Behälter 3 angeordneten Wassers. Das Erreichen eines vorgebbaren Reinheitsgrades ist ein Indiz dafür, wie weit die Ablagerungen von den Oberflächen des Brennelementes entfernt sind. Ist das den Anforderungen entsprechende Ergebnis erreicht, wird die Beschallung beendet und das gereinigte Brennelement entnommen.

Die in den Fig. 1 und 1a beschriebene Einrichtung ist besonders vorteilhaft, wenn als Behälter 3 ein in wassergekühlten Reaktoranlagen üblicherweise bekannter Sippingbehälter verwendet wird. Der Sippingbehälter nimmt ebenfalls ein Brennelement auf. Durch die Wirkung der Nachzerfallswärme treten aus defekten Hüllrohren radioaktive Spaltprodukte in das Behälterwasser aus. Eine Wasserprobe ergibt dann Aufschluss darüber, ob Hüllrohre des Brennelementes defekt sind und ausgetauscht werden müssen. Ein solcher Sippingbehälter wäre nur mit Ultraschall-Schwingern 14 und der Leitung 26 zu ertüchtigen, um zusätzlich für die Ultraschallreinigung verwendbar zu sein. Bei einer solchen kombinierten Anwendung ist es von Vorteil, zuerst die Ultra-

schallreinigung vorzunehmen und dann erst den Sippingtest durchzuführen. Diese Vorgehensweise ist folgerichtig, da in den an den Oberflächen des gerade im Sippingbehälter befindlichen Brennelementen anhaftende Ablagerungen aktivitätsführende Stoffe enthalten sein können, die aus anderen beschädigten Brennelementen des Kernverbandes stammen. Ein Brennelement könnte als defekt bezeichnet werden obwohl es gar keine defekten Hüllrohre enthält. Werden die Ablagerungen jedoch vor dem Sippingtest entfernt und im Filter festgehalten, so werden falsche Aussagen des Sippingtestes vermieden.

Die Fig. 2 zeigt eine andere Ausbildung einer Einrichtung. Damit sollen die Oberflächen eines Brennelementes nur im unteren Drittel ihrer Höhenerstreckung von Ablagerungen befreit werden, um eine in diesem Bereich erforderliche Prüfung nach defekten Hüllrohren zu ermöglichen. Der Behälter 3 besteht aus Stahl und ist an seiner Oberseite 30 offen. Seine Seitenwände 9a, 10a, 11a, 12a sind so hoch, dass ein Drittel der Höhenerstreckung des Brennelements in den Behälter eingetaucht ist. Der Öffnungsquerschnitt des Behälters ist so gross gewählt, dass zwischen den Innenseiten des Behälters und den an der Peripherie des Brennelements angeordneten Hüllrohren jeweils ein Spalt von ca. 50 Millimeter besteht. An jeder Seitenwand 9a, 10a, 11a, 12a des quaderförmigen Behälters 3 ist in zueinander gleicher geometrischer Anordnung eine Schwingerplatte 13 befestigt, die jeweils neun Ultraschallschwinger 14 trägt. Dabei liegen zumindest die gegenüberliegend angeordneten Ultraschallschwinger 14 auf einer gemeinsamen Mittenachse 31. Dagegen können die etwa in einem rechten Winkel zueinander angeordneten Ultraschall-Schwinger auch eine unterschiedliche Höhenlage einnehmen. Dadurch wird insgesamt das beschallte Volumen vergrössert und die Reinigung verbessert. Damit die entfernten Ablagerungspartikel nicht in das Wasserbecken 1 gelangen, führt in der Nähe des Behälterbodens 27 eine Leitung 32 von dem Behälter 3 weg, die mit ihrem freien Ende 23 in das Wasserbecken 1 mündet. Durch die in der Leitung 32 angeordnete Umwälzpumpe 25 findet eine ständige Erneuerung des im Behälter 3 enthaltenen Beckenwassers statt. Der in Reihe zur Umwälzpumpe 25 in der Leitung 32 eingebaute Filter 24 hält die Ablagerungspartikel zurück. Ebenso wie bei der Ausführung nach Fig. 1 ist in Durchflussrichtung gesehen vor dem Filter 24 eine Vorrichtung 29 zur Überprüfung des Reinheitsgrades des den Sippingtest verlassenden Wassers vorgesehen. Über eine nicht dargestellte, ausserhalb des Wasserbeckens angeordnete Steuereinrichtung lassen sich die Ultraschallschwinger 14 als auch die Umwälzpumpe 25 fernbedient betätigen.

### 30 Patentansprüche

#### Patentansprüche für folgende Vertragsstaaten: DE, IT, SE

1. Einrichtung zum Reinigen der Oberflächen eines Kernreaktorkennenelementes (4), das in einem flüssigkeitsgefüllten Behälter (3) angeordnet ist, wobei der Behälter (3) umfangsseitig mehrere Ultraschall-Schwinger (14) trägt, deren Schallwellen in Richtung Brennelement (4) gerichtet sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Kernreaktorkennenelement in einem mit einem Deckel verschlossenen Behälter angeordnet ist, daß die Ultraschall-Schwinger (14) an wenigstens zwei gegenüberliegenden Außenseiten (9, 12) des in einem Wasserbecken (1) angeordneten wassergefüllten Behälters (3) befestigt sind, daß die jeweils gegenüberliegenden Ultraschall-Schwinger (14) auf einer gemeinsamen Mittenachse (31) liegen, daß der Behälter (3) mit einer Leitung (26, 32) zur Umwälzung des innerhalb desselben befindlichen Wassers versehen ist, und daß in der Leitung (26, 32) eine Umwälzpumpe (25) und ein Filter (24) in Reihe geschaltet sind.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Saugleitung (26) in Durchflußrichtung gesehen vor dem Filter (24) eine Vorrichtung (29) zur Überprüfung des Reinheitsgrades des den Behälter (3) verlassenden Wassers vorgesehen ist.

3. Verfahren zum Reinigen der Oberflächen eines Kernreaktorkennenelementes (4), wobei eine Einrichtung nach dem Anspruch 1 verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Brennelement (4) gleichzeitig von gegenüberliegenden Seiten aus mit Ultraschallschwingern (14) gleicher Leistung beschallt wird und daß das Behälterwasser während des Reinigungsvorganges umgewälzt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Abschluß des Reinigungsvorganges das Brennelement (4) im Behälter (3) verbleibt und einem Sippingtest unterworfen wird.

### Claims

#### Claims for the following Contracting States: DE, SE, IT

1. Arrangement for cleaning the surfaces of a nuclear reactor fuel assembly (4) which is disposed in a con-

tainer (3) filled with liquid, the container (3) peripherally carrying several ultrasonic vibrators (14) whose acoustic waves are directed in the direction of the fuel assembly (4), characterized in that the fuel assembly (4) is disposed in a container (3) closed with a cover (20), that the ultrasonic vibrators (14) are attached to at least two exterior sides (9, 12), situated opposite each other, of the water-filled container (3) which is disposed in a water tank (1), in that the ultrasonic vibrators (14), situated opposite each other in each case, are located on a common central axis (31), in that the container (3) is provided with a pipeline (26, 32) for circulating the water situated within the container and in that a circulating pump (25) and a filter (24) are connected in series in the pipeline (26, 32).

5 2. Arrangement according to Claim 1, characterized in that a device (29) for checking the degree of purity of the water leaving the container (3) is provided in the pipeline (26, 32) upstream of the filter (24) as viewed in the flow direction.

10 3. Method for cleaning the faces of a nuclear reactor fuel assembly (4), an arrangement according to Claims 1 to 2 being used, characterized in that the fuel assembly (4) is simultaneously acoustically irradiated from sides situated opposite each other with ultrasonic vibrators (14) of the same power and in that the container water is circulated during the cleaning operation.

15 4. Method according to Claim 3, characterized in that, after the termination of the cleaning operation, the fuel assembly (4) remains in the container (3) and is subjected to a sipping test.

20 **Revendications**

**Revendications pour les Etats contractants suivants: DE, SE, IT**

1. Dispositif pour le nettoyage des surfaces d'un assemblage combustible (4) de réacteur nucléaire qui est installé dans une cuve (3) remplie de liquide, la cuve (3) portant sur sa périphérie plusieurs émetteurs d'ultrasons (14) dont les ondes sonores sont dirigées sur l'assemblage combustible (4), caractérisé par le fait que l'assemblage combustible (4) est installé dans une cuve (3) fermée le couvercle (20) que les émetteurs d'ultrasons (14) sont fixés sur au moins deux côtés extérieurs opposés (9, 12) de la cuve (3) remplie d'eau placée dans une piscine (1), que les émetteurs d'ultrasons (14) respectivement opposés sont situés sur un axe médian commun (31), que la cuve (3) est munie d'une conduite (26, 32) pour la circulation de l'eau se trouvant à l'intérieur de celle-ci et qu'une pompe de circulation (25) et un filtre (24) sont montés en série dans la conduite (26, 32).

25 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'un dispositif (29) pour la surveillance du degré de pureté de l'eau quittant la cuve (3) est installé dans la conduite (26, 32) devant le filtre (24) vu dans le sens de l'écoulement.

30 3. Procédé pour le nettoyage des surfaces d'un assemblage combustible (4) de réacteur nucléaire avec emploi d'un dispositif selon les revendications 1 à 2 caractérisé par le fait qu'à partir de côtés opposés, on soumet simultanément l'assemblage combustible (4) à l'action d'ultrasons au moyen d'émetteurs d'ultrasons (14) de même puissance et que l'on fait circuler l'eau de la cuve pendant le processus de nettoyage.

35 40 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé par le fait qu'à la fin du processus de nettoyage, on laisse l'assemblage combustible (4) dans la cuve (3) et on le soumet à un sipping-test.

**Patentansprüche**

45 **Patentansprüche für folgenden Vertragsstaaten: DE, CH, FR, LI, NL**

1. Einrichtung zum Reinigen der Oberflächen eines Kernreaktorkennenelementes (4), das in einem flüssigkeitsgefüllten Behälter (3) angeordnet ist, wobei der Behälter (3) umfangsseitig mehrere Ultraschall-Schwinger (14) trägt, deren Schallwellen in Richtung Brennelement (4) gerichtet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Ultraschall-Schwinger (14) an wenigstens zwei gegenüberliegenden Aussenseiten (9, 12) des in einem Wasserbecken (1) angeordneten wassergefüllten Behälters (3) befestigt sind, dass die jeweils gegenüberliegenden Ultraschall-Schwinger (14) auf einer gemeinsamen Mittenachse (31) liegen, dass der Behälter (3) mit einer Leitung (26, 32) zur Umlöschung des innerhalb desselben befindlichen Wassers versehen ist und dass in der Leitung (26, 32) eine Umlözpumpe (25) und ein Filter (24) in Reihe geschaltet sind.

50 55 2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Behälter (3) geschlossen oder nach oben offen ausgebildet ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in der Leitung (26, 32) in Durch-

flussrichtung gesehen vor dem Filter (24) eine Vorrichtung (29) zur Überprüfung des Reinheitsgrades des den Behälter (3) verlassenden Wassers vorgesehen ist.

4. Verfahren zum Reinigen der Flächen eines Kernreaktorkennenelementes (4), wobei eine Einrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3 verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Brennelement (4) gleichzeitig von gegenüberliegenden Seiten aus mit Ultraschallschwingern (14) gleicher Leistung beschallt wird und dass das Behälterwasser während des Reinigungsvorganges umgewälzt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Abschluss des Reinigungsvorganges das Brennelement (4) im Behälter (3) verbleibt und einem Sippingtest unterworfen wird.

10

## Claims

### Claims for the following Contracting States: BE, CH, FR, LI, NL

15 1. Arrangement for cleaning the surfaces of a nuclear reactor fuel assembly (4) which is disposed in a container (3) filled with liquid, the container (3) peripherally carrying several ultrasonic vibrators (14) whose acoustic waves are directed in the direction of the fuel assembly (4), characterized in that the ultrasonic vibrators (14) are attached to at least two exterior sides (9, 12), situated opposite each other, of the water-filled container (3) which is disposed in a water tank (1), in that the ultrasonic vibrators (14), situated opposite each other in each 20 case, are located on a common central axis (31), in that the container (3) is provided with a pipeline (26, 32) for circulating the water situated within the container and in that a circulating pump (25) and a filter (24) are connected in series in the pipeline (26, 32).

25 2. Arrangement according to Claim 1, characterized in that the container (3) has a closed construction or one which is open at the top.

25 3. Arrangement according to Claim 1 or 2, characterized in that a device (29) for checking the degree of purity of the water leaving the container (3) is provided in the pipeline (26, 32) upstream of the filter (24) as viewed in the flow direction.

30 4. Method for cleaning the faces of a nuclear reactor fuel assembly (4), an arrangement according to Claims 1 to 3 being used, characterized in that the fuel assembly (4) is simultaneously acoustically irradiated from sides situated opposite each other with ultrasonic vibrators (14) of the same power and in that the container water is circulated during the cleaning operation.

35 5. Method according to Claim 5, characterized in that, after the termination of the cleaning operation, the fuel assembly (4) remains in the container (3) and is subjected to a sipping test.

35

## Revendications

### Revendications pour les Etats contractants suivants: BE, CH, FR, LI, NL

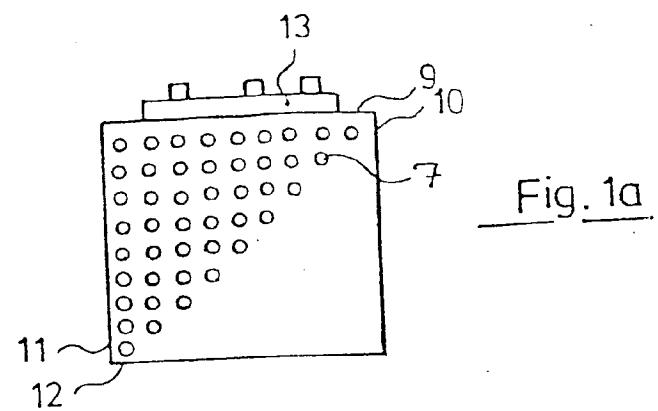
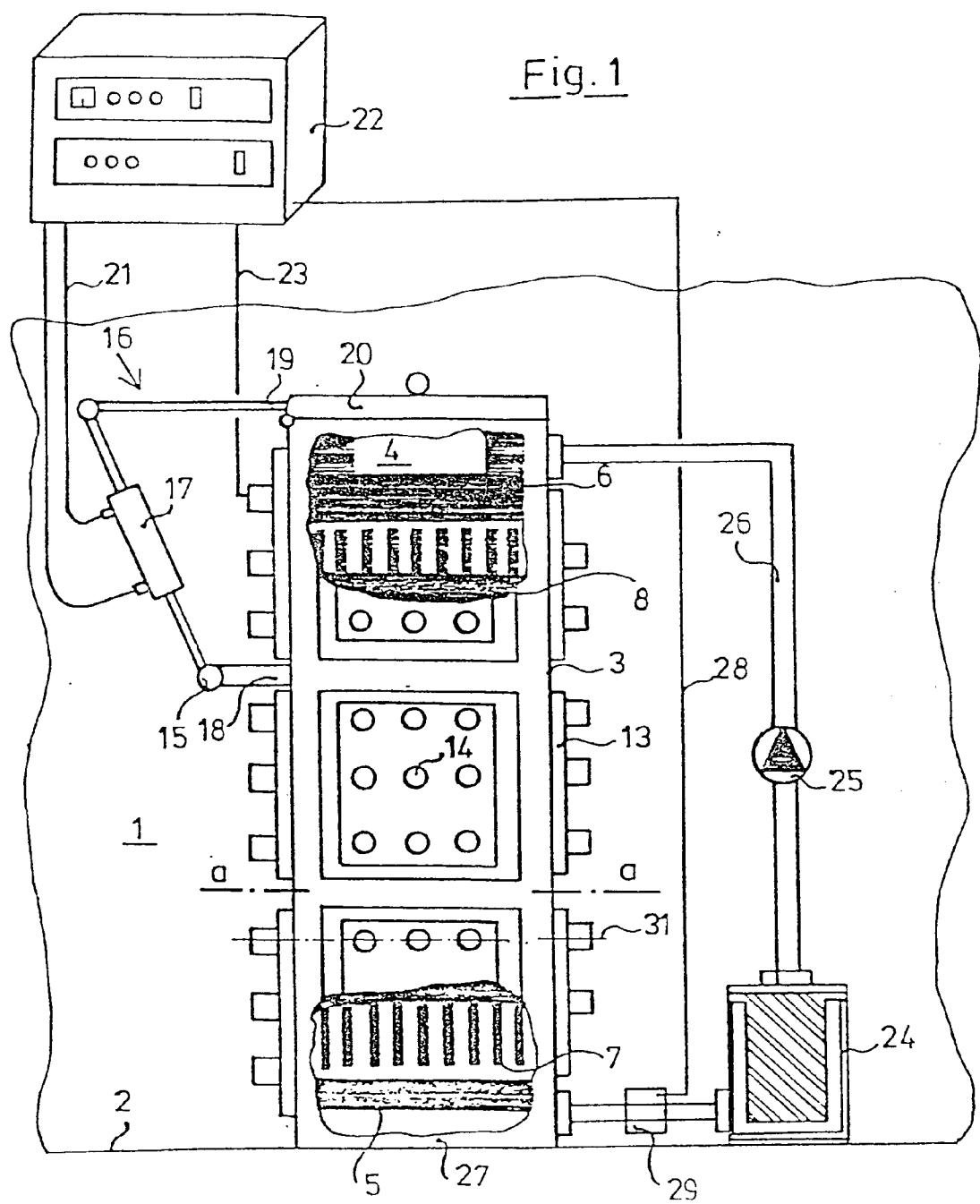
40 1. Dispositif pour le nettoyage des surfaces d'un assemblage combustible (4) de réacteur nucléaire qui est installé dans une cuve (3) remplie de liquide, la cuve (3) portant sur sa périphérie plusieurs émetteurs d'ultrasons (14) dont les ondes sonores sont dirigées sur l'assemblage combustible (4), caractérisé par le fait que les émetteurs d'ultrasons (14) sont fixés sur au moins deux côtés extérieurs opposés (9, 12) de la cuve (3) remplie d'eau placée dans une piscine (1), que les émetteurs d'ultrasons (14) respectivement opposés sont situés sur un axe médian commun (31), que la cuve (3) est munie d'une conduite (26, 32) pour la circulation de l'eau se trouvant à l'intérieur de celle-ci et qu'une pompe de circulation (25) et un filtre (24) sont montés en série dans la conduite (26, 32).

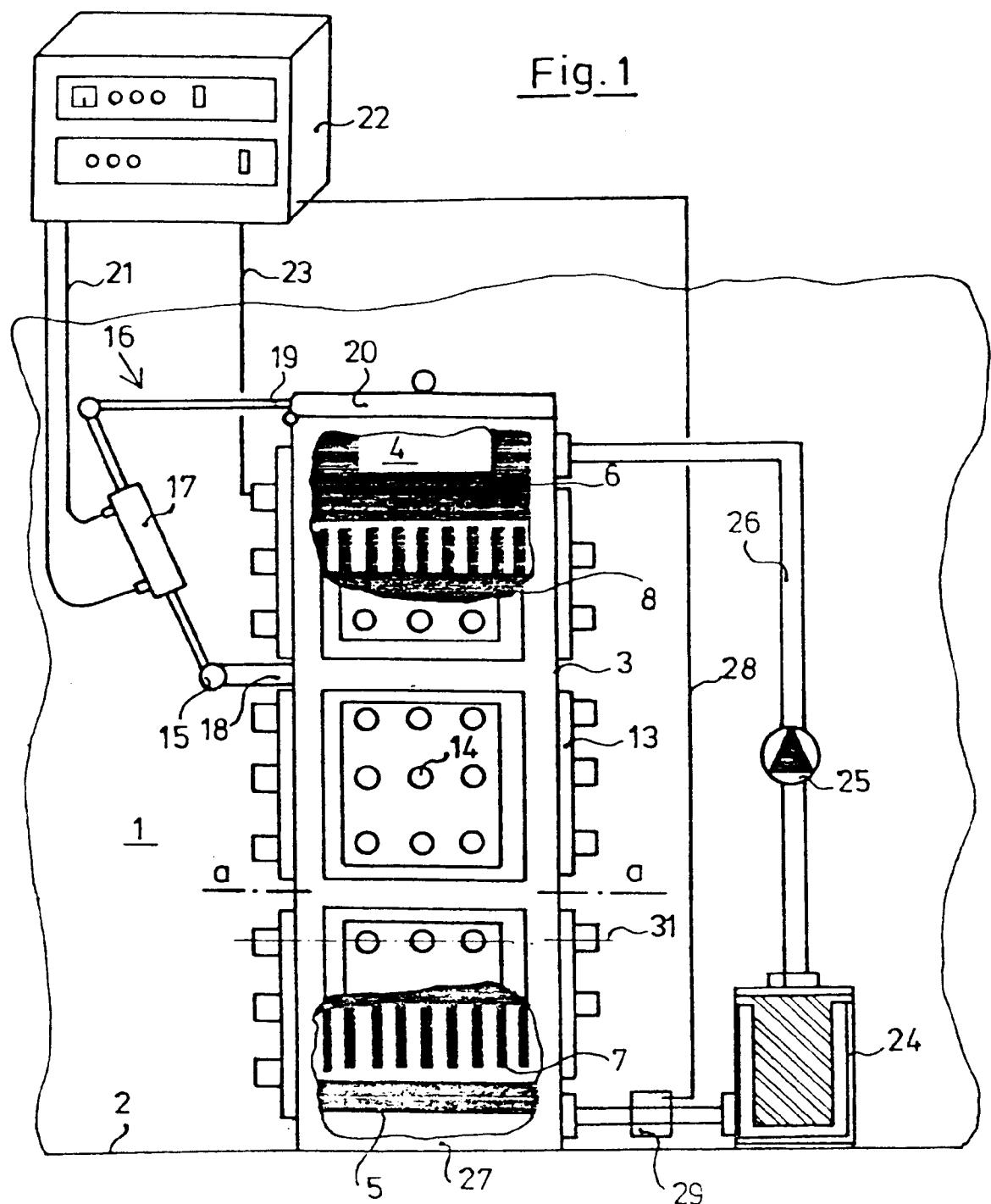
45 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la cuve (3) est fermée ou est réalisée ouverte sur le dessus.

50 3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'un dispositif (29) pour la surveillance du degré de pureté de l'eau quittant la cuve (3) est installé dans la conduite (26, 32) devant le filtre (24) vu dans le sens de l'écoulement.

55 4. Procédé pour le nettoyage des surfaces d'un assemblage combustible (4) de réacteur nucléaire avec emploi d'un dispositif selon les revendications 1 à 3, caractérisé par le fait qu'à partir de côtés opposés, on soumet simultanément l'assemblage combustible (4) à l'action d'ultrasons au moyen d'émetteurs d'ultrasons (14) de même puissance et que l'on fait circuler l'eau de la cuve pendant le processus de nettoyage.

5. Procédé selon la revendication 5, caractérisé par le fait qu'à la fin du processus de nettoyage, on laisse l'assemblage combustible (4) dans la cuve (3) et on le soumet à un sipping-test.





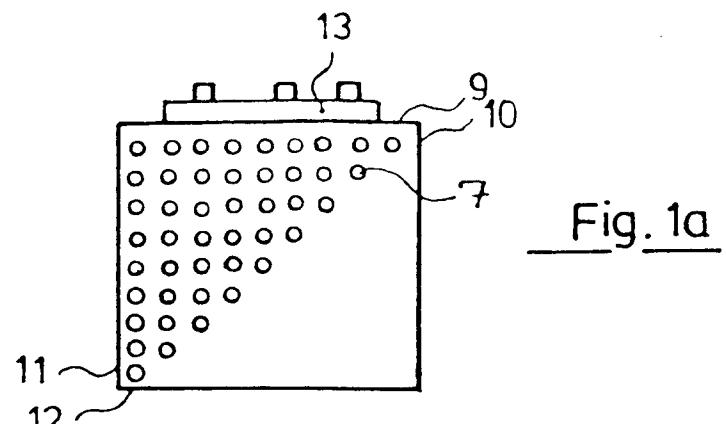
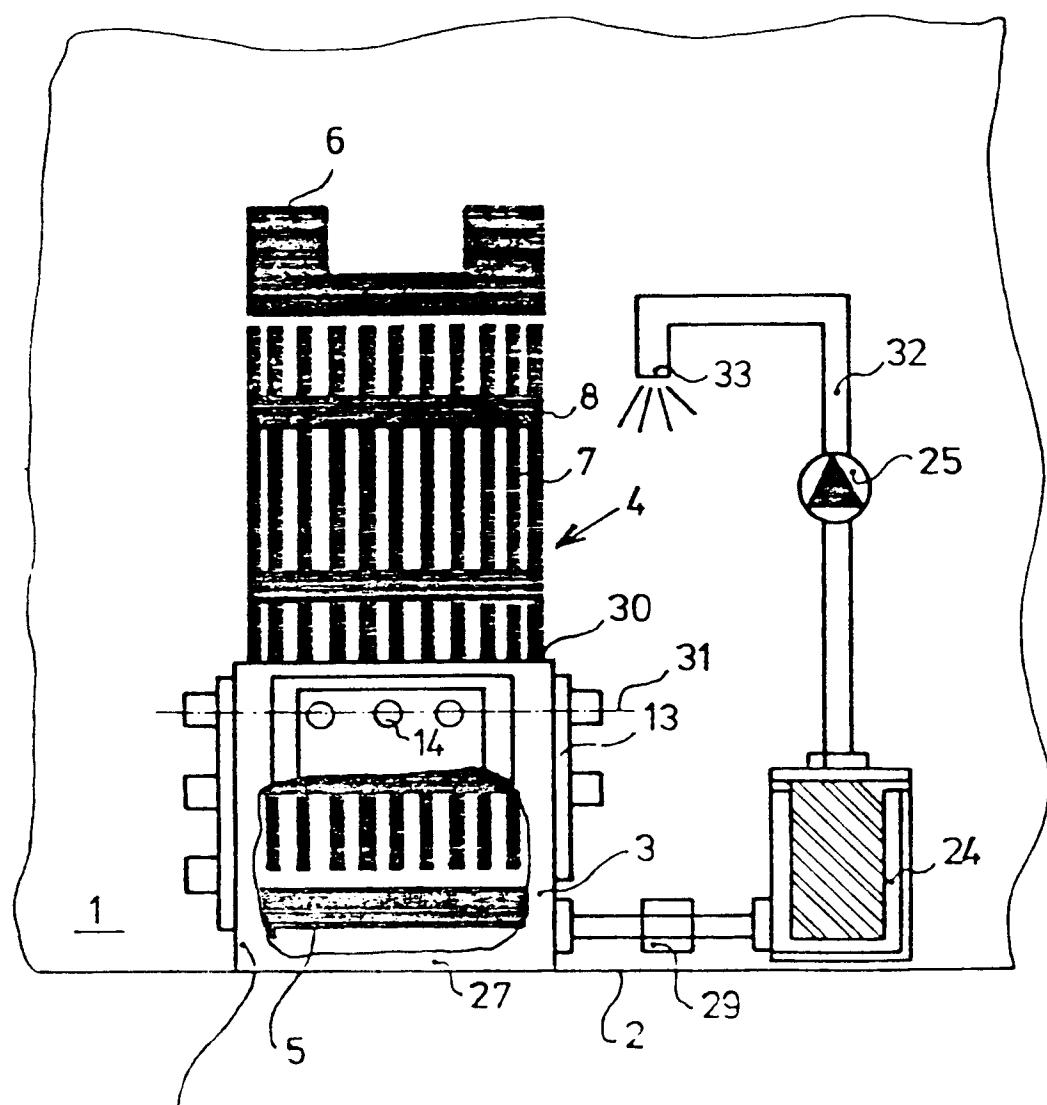


Fig. 1a

Fig. 2



9a, 10a, 11a, 12a