



(10) **DE 10 2011 121 204 A1** 2013.06.20

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 121 204.7**

(22) Anmeldetag: **16.12.2011**

(43) Offenlegungstag: **20.06.2013**

(51) Int Cl.: **F16L 55/162 (2012.01)**

F16L 55/168 (2012.01)

F22B 37/10 (2012.01)

(71) Anmelder:

**Westinghouse Electric Germany GmbH, 68167,
Mannheim, DE**

(72) Erfinder:

**Jeanvoine, Nicolas, Dr., 68167, Mannheim, DE;
Bientreau, Robert, 68161, Mannheim, DE**

(74) Vertreter:

Bickert, Ralph, Dipl.-Ing., 67122, Altrip, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

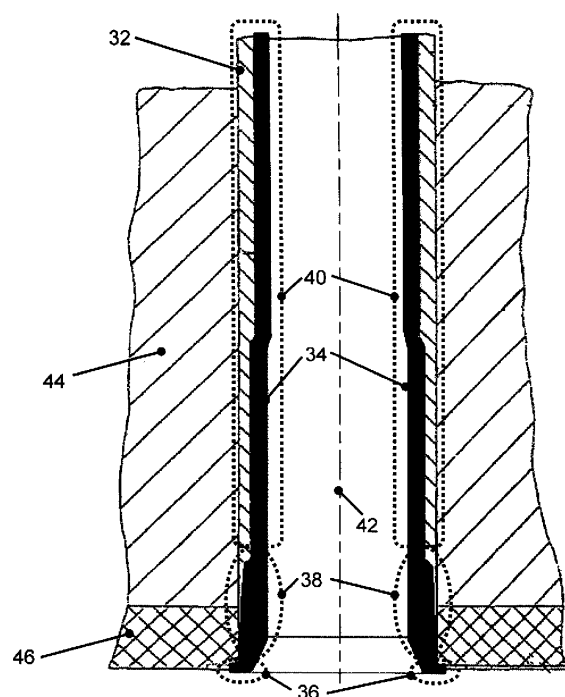
GB 1 141 239 A
US 4 592 577 A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Dampferzeugerheizrohrreparaturmittel und Reparaturverfahren**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse (50, 70), welche an ihrem einen Ende einen umlaufenden Flansch (36, 52, 72) aufweist, der in einen sich in Richtung des anderen Hülsenendes außen verjüngenden konischen Bereich (38, 54, 74) übergeht, an welchen sich ein gerader Bereich (56, 76) anschließt. Die Erfindung betrifft auch ein Dampferzeugerheizrohrreparaturverfahren für ein in einen Dampferzeuger (80) verbautes Dampferzeugerheizrohr (12, 32, 86, 88, 90) mit einem defekten Rohrende, wobei eine Vielzahl an Dampferzeugerheizrohren (12, 32, 86, 88, 90) an ihren jeweiligen Enden durch einen jeweiligen plattierten Rohrboden (18, 44, 82) geführt und mit der Plattierung (20, 46, 84) verschweißt sind, umfassend folgende Schritte: 1. konisches Auffräsen (14) des defekten Rohrendes und Einfräsen einer Senkung (16) in die Plattierung (20, 46, 84) um das defekte Rohrende; 2. Einsetzen einer erfindungsgemäßen Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse (50, 70) in das konisch aufgefäste (14) defekte Rohrende, wobei die äußere Hülsenkontur zumindest im konischen (38, 54, 74) Bereich auf die innere Kontur des aufgefästen Rohrendes angepasst ist; 3. Einwalzen der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse (50, 70) in ihrem geraden Bereich (56, 76); 4. Verschweißen des Flanschbereiches (36, 52, 72) der eingewalzte Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse (34) mit der Plattierung (20, 46, 84), so dass eine Dichtnaht gebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse, welche an ihrem einen Ende einen umlaufenden Flansch aufweist, der in einen sich in Richtung des anderen Hülsendes außen verjüngenden konischen Bereich übergeht, an welchen sich ein gerader Bereich anschließt. Die Erfindung betrifft auch ein Dampferzeugerheizrohrreparaturverfahren für ein in einen Dampferzeuger verbauter Dampferzeugerheizrohr mit einem defekten Rohrende, wobei eine Vielzahl an Dampferzeugerheizrohren an ihren jeweiligen Enden durch einen jeweiligen plattierten Rohrboden geführt und mit der Plattierung verschweißt sind, wobei verfahrensgemäß eine erfindungsgemäße Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse zu verwenden ist. Die Erfindung betrifft auch einen erfindungsgemäß reparierten Dampferzeuger.

[0002] Es ist allgemein bekannt, dass Dampferzeuger unter anderem in Kraftwerken zum Einsatz kommen, insbesondere auch in Kernkraftwerken. Dampferzeuger sind Wärmetauscher, welche im Betrieb in einem ersten Kreislauf von einem erhitzten primären Medium durchströmt werden, wobei die Wärme dann auf ein sekundäres Medium, insbesondere Wasser, übertragen wird, welches in einem zweiten, davon getrennten Kreislauf strömt. Nach Durchströmen des Dampferzeugers hat das Wasser dann seinen Aggregatzustand zu dampfförmig gewechselt und steht dann für den Antrieb einer Kraftwerksturbine zur Verfügung. Insbesondere bei Kernkraftwerken, wo das primäre Medium radioaktiv vorbelastet ist, ist auf eine strikte und absolut sichere Trennung zwischen erstem und zweitem Kreislauf im Dampferzeuger zu achten.

[0003] Dampferzeuger weisen im Wesentlichen einen zumeist zylindrischen Behälter auf, welcher an seinen axialen Enden einen jeweiligen plattierten Rohrboden aufweist, wobei der so gebildete Innenraum von einer Vielzahl von Dampferzeugerheizrohren durchquert ist, welche mit der Plattierung verbunden sind. So ist eine möglichst hohe Kontaktfläche für den Wärmeaustausch zwischen beiden Kühlkreisläufen gebildet.

[0004] Dampferzeugerheizrohre werden mit der Plattierung der Unterkante des Rohrbodens dicht verschweißt. Wird diese Schweißnaht z. B. durch Fremdkörper beschädigt, ist die Dichtheit der Naht nicht mehr gewährleistet und es kann zu einer Leckage zwischen dem primären und dem sekundären Medium kommen. Die beschädigten Schweißnähte müssen repariert werden um die Trennung zwischen primären und sekundären Medien wieder zu herstellen

[0005] Dies geschieht seither entweder durch das Setzen von Schweißstopfen. Hier werden

Dampferzeugerheizrohre, die eine Leckage an der Schweißnaht aufweisen, standardmäßig mithilfe von Schweißstopfen verschlossen. Zum Setzen von Schweißstopfen wird zuerst eine spezifische Fräskontur eingebracht. Der untere Flansch des Schweißstopfens dient als Zusatzmaterial und wird über einen WIG-Prozess (Wolfram Inert Gas) mit der Plattierung des Rohrbodens verschweißt. Die Naht dient sowohl als tragende Naht als auch als Dichtnaht.

[0006] Nachteilig hierbei ist, dass das verschlossene Dampferzeugerheizrohr nicht weiter zum Wärmetausch zwischen dem primären und sekundären Kreislauf beiträgt, wodurch es zu einer Verschlechterung des Wirkungsgrades des Kraftwerks kommt. Da der Dampferzeuger auch eine Sicherheitsfunktion im Falle von Stör- bzw. Unfällen hat, darf der Anteil von verschlossenen Rohren einen gewissen Wert nicht überschreiten, beispielsweise 10%. Ist der Anteil von beschädigten Schweißnähten in einem Dampferzeuger sehr hoch, eignet sich das Setzen von Schweißstopfen als Reparaturmaßnahme nicht mehr.

[0007] Eine weitere Methode des Standes der Technik besteht im Nachschweißen. Durch das Wiederaufschmelzen des Materials können Fehler in der Naht wie Risse oder Poren geschlossen werden. Beim Nachschweißen können jedoch nur kleine und oberflächige Fehler behoben werden. Da kein Zusatzmaterial eingebracht wird kann ein Mangel an Schweißmaterial nicht kompensiert werden. Außerdem werden beim Nachschweißen die Verunreinigungen der ursprünglichen Schweißnaht wieder eingeschmolzen, wodurch die Qualität der neuen Naht beeinträchtigen werden kann. Das Nachschweißen von beschädigten Schweißnähten stellt daher keine zuverlässige und langfristige Reparaturmethode dar.

[0008] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung ein Reparaturmittel beziehungsweise ein Reparaturverfahren bereitzustellen, welche einerseits das Verschließen der betroffenen Dampferzeugerheizrohre vermeidet und andererseits eine langfristige und zuverlässige Reparatur der beschädigten Rohrenden ermöglicht.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse, welche an ihrem einen Ende einen umlaufenden Flansch aufweist, der in einen sich in Richtung des anderen Hülsendes außen verjüngenden konischen Bereich übergeht, an welchen sich ein gerader Bereich anschließt.

[0010] Die Grundidee der Erfindung besteht in der Installation einer kurzen Rohrhülse beziehungsweise einer Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse – auch Sleeve genannt – an das jeweils beschädigte Rohrende. Die Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse wird durch eine mechanische Einwalzung in dem Dampf-

erzeugerheizrohr fixiert und seine Unterkante wird in einer gefrästen Kontur mit der Plattierung des Rohrbodens verschweißt. Hierdurch ist einerseits der Weiterbetrieb des reparierten Dampferzeugerheizrohres gewährleistet, so dass der jeweilige Dampferzeuger auch nach einer Vielzahl an Reparaturen problemlos weiterbetrieben werden kann. Andererseits ist hierdurch auch eine qualitativ hochwertige und damit nachhaltige Reparatur von defekten Rohrenden ermöglicht.

[0011] Die fehlerhafte Schweißnaht wird durch ein vorheriges konischen Anfräsen des betreffenden Rohrendes und das Einfräsen einer Senkung in die Plattierung um das defekte Rohrende restlos entfernt. Eventuelle Verunreinigungen welcher zu dem Defekt der bisherigen Schweißnaht geführt haben könnten sind somit in vorteilhafter Weise eliminiert.

[0012] Die Unterkante der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse weist einen Flansch auf, welcher als Zusatzmaterial während des Schweißprozesses dient. Somit ist das manuelle Einbringen von Zusatzmaterial während des Schweißprozesses in vorteilhafter Weise vermieden. Das aufgeschmolzene Flanschmaterial verteilt sich in vorteilhafter Weise in die angefräste Senkung, so dass die Oberfläche der Plattierung nahezu glatt bleibt. Hierdurch ist neben der notwendigen hohen Qualität der Schweißnaht auch ein beschleunigter Reparaturprozess ermöglicht.

[0013] Der konische Bereich der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse ist exakt auf den konisch aufgefästen Bereich des Rohrendes abgestimmt, so dass hierdurch eine exakte Passung ermöglicht ist. Dies lässt sich insbesondere durch Wahl eines passenden Fräswerkzeuges mit dem gewünschten konischen Winkel erreichen.

[0014] Der gerade Bereich der Hülse ist in seinem Außendurchmesser nicht größer als der jeweils minimale Innendurchmesser des defekten Rohrendes zu wählen, um so ein problemloses Einsetzen der erfindungsgemäßen Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse in das aufgefäste Rohrende zu ermöglichen. In einem Einwalzprozess wird der gerade Bereich der eingesetzten Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse dann aufgeweitet, so dass eine dichte und sichere Verbindung mit dem Rohrboden gegeben ist.

[0015] Die erfindungsgemäße Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse ermöglicht zudem eine besonders schnelle Reparatur von defekten Rohrenden. Dies ist insbesondere bei Dampferzeugern von nuklearen Anlagen aufgrund der für das Wartungspersonal vorherrschenden Strahlenbelastung von hoher Bedeutung. Diese wird dadurch in vorteilhafter Weise reduziert.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse ist die Dicke der Hülsewandung im konischen Bereich gegenüber dem geraden Bereich erhöht. Der konische Bereich ist nicht für das Einwalzen vorgesehen, vielmehr ist im konischen Bereich aufgrund der Anpassung der konischen Fräsung hierauf eine hohe Passgenauigkeit gegeben. Eine erhöhte Wandungsdicke in diesem Bereich führt somit zu einer erhöhten Stabilität der zu schaffenden Verbindung der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse mit dem Rohrboden. Im geraden für das Einwalzen vorgesehenen Bereich ist die Dicke der Hülsewandung dünner zu wählen, so dass eine beim Einwalzen erfolgende Deformation sicher und ohne Rissbildung ermöglicht ist. Eine beispielhafte Dicke einer Hülsewandung im konischen Bereich beträgt beispielsweise 1 mm und im geraden Bereich < 0,5 mm, wobei dies in hohem Maße von den jeweiligen vorliegenden Randbedingungen abhängt. Die Länge der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse ist so auszuwählen, dass eine Installation auch in den Randpositionen des Dampferzeugers möglich ist, und beträgt beispielsweise 10 bis 15 cm.

[0017] Entsprechend einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse ist zumindest an Teilbereichen der Außenoberfläche eine dünne raue Schicht vorgesehen. Diese Schicht, auch Microlock genannt, verbessert die Verankerung der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse im Dampferzeugerheizrohr und vermeidet eine Rotation der Reparaturhülse während ihrer Installation, insbesondere während des Einwalzens. Eine dadurch verursachte unwesentliche partielle Anhebung des Außendurchmessers der Reparaturhülse ist unerheblich, weil ohnehin ein geringes Spiel vorgesehen ist, um die Reparaturhülse problemlos in das aufgefäste Rohrende einzusetzen. Das Spiel wird dann durch das Einwalzen restlos eliminiert.

[0018] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die erfindungsgemäße Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse zumindest überwiegend aus dem Material Inconel 690 gefertigt. Dies zeichnet sich durch seine gute Korrosionsbeständigkeit und Verschweißbarkeit mit dem Plattierungsmaterial aus.

[0019] Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Dampferzeugerheizrohrreparaturverfahren für ein in einen Dampferzeuger verbautes Dampferzeugerheizrohr mit einem defekten Rohrende, wobei eine Vielzahl an Dampferzeugerheizrohren an ihren jeweiligen Enden durch einen jeweiligen plattierten Rohrboden geführt und mit der Plattierung verschweißt sind, umfassend folgende Schritte:

- konisches Auffräsen des defekten Rohrendes und Einfräsen einer Senkung in die Plattierung um das defekte Rohrende,
- Einsetzen einer erfindungsgemäßen Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse in das konisch aufgefäste defekte Rohrende, wobei die äußere Hülsenkontur zumindest im konischen Bereich auf die innere Kontur des aufgefästen Rohrendes angepasst ist,
- Einwalzen der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse in ihrem geraden Bereich,
- Verschweißen des Flanschbereiches der eingewalzten Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse mit der Plattierung so dass eine Dichtnaht gebildet ist.

[0020] Das defekte Rohrende wird mithilfe eines konischen Fräasers gefräst. Der Fräser zentriert sich mit seiner Spitze im Dampferzeugerheizrohr. Der Durchmesser und der Winkel des konischen Bereichs des Fräasers sind so ausgelegt, dass die alte, defekte Schweißnaht komplett entfernt wird. Es entsteht eine neue Fräskontur mit einer Senkung für die Aufnahme und spätere Verschweißung des Dampferzeugerheizrohres in seinem Flanschbereich. Hierdurch ist eine hohe Passgenauigkeit des konischen Bereiches der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse mit dem konisch angefrästen Rohrende gegeben.

[0021] Abgesehen von den bereits für die Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse genannten Vorteilen erweist sich dieses Verfahren neben einer notwendigerweise qualitativ sehr hochwertigen Verbindung zwischen Reparaturhülse und Rohrboden als sehr schnell, was insbesondere bezüglich einer minimierten Strahlenbelastung für das Reparaturpersonal von hohem Vorteil ist.

[0022] Entsprechend einer weiteren Ausgestaltungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Verschweißen unter Anwendung eines WIG-Verfahrens (Wolfram Inert Gas). Dies hat sich als besonders geeignet erwiesen und führt zu hochqualitativen Schweißnähten.

[0023] Gemäß einer weiteren Verfahrensvariante erfolgt das Verschweißen der eingesetzten Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse bereits vor ihrem Einwalzen. Hierdurch wird eine Rotation der Reparaturhülse während des Einwalzens vermieden.

[0024] Entsprechend einer weiteren Verfahrensvariante erfolgt das Einwalzen der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse in mehreren Bearbeitungsschritten. Insbesondere bei einem axial nach hinten gestuften inneren Dampferzeugerheizrohrdurchmesser kann für jede Stufe gegebenenfalls ein unterschiedliches Einwalzwerkzeug notwendig sein, wodurch ein weiterer Bearbeitungsschritt bedingt ist.

[0025] Gemäß einer besonders bevorzugten Verfahrensvariante erfolgt dieses an einem defekten Ende eines Dampferzeugerheizrohres eines radioaktiv vorbelasteten Dampferzeugers einer nuklearen Anlage. Aufgrund der dort herrschenden höchsten Sicherheitsanforderungen ist die hohe Qualität und Langlebigkeit des verfahrensgemäß erzielten Reparaturergebnisses von besonders hoher Bedeutung. Zudem ist aufgrund des geringen Zeitbedarfs für das erfindungsgemäße Verfahren die Strahlenbelastung für das Reparaturpersonal in vorteilhafter Weise reduziert.

[0026] Die erfindungsgemäßen Vorteile erstrecken sich auch auf einen Dampferzeuger, umfassend eine Vielzahl an Dampferzeugerheizrohren, welche an ihren beiden Enden durch einen jeweiligen plattierten Rohrboden geführt und mit der Plattierung verschweißt sind, wobei bei wenigstens einem Rohrende das erfindungsgemäße Reparaturverfahren angewandt worden ist. Aufgrund der Weiterverwendung eines erfindungsgemäß reparierten Dampferzeugerheizrohres sinkt der Wirkungsgrad eines auch vielfach reparierten Dampferzeugers gerade nicht und dieser kann aufgrund der qualitativ hochwertigen und langlebigen Reparatur in vorteilhafter Weise sicher über einen längeren Lebensdauerzeitraum betrieben werden.

[0027] Diese Vorteile erstrecken sich insbesondere auf einen radioaktiv vorbelasteten Dampferzeuger, dessen Austausch und Entsorgung bei verkürzter Lebensdauer besonders aufwändig ist.

[0028] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten sind den weiteren abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

[0029] Anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele sollen die Erfindung, weitere Ausführungsformen und weitere Vorteile näher beschrieben werden.

[0030] Es zeigen

[0031] [Fig. 1](#) ein exemplarisches Dampferzeugerheizrohr in plattiertem Rohrboden,

[0032] [Fig. 2](#) ein exemplarisches repariertes Dampferzeugerheizrohr,

[0033] [Fig. 3](#) eine exemplarische erste Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse,

[0034] [Fig. 4](#) eine exemplarische zweite Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse und

[0035] [Fig. 5](#) einen exemplarischen Dampferzeuger.

[0036] **Fig. 1** zeigt ein exemplarisches Dampferzeugerheizrohr **12** in einem plattierten **20** Rohrboden **18** in einer Ansicht **10**. Das Dampferzeugerheizrohr **12** ist in seinem vorderen Endbereich konisch angefräst, wie mit der Bezugsnummer **14** angedeutet. Zudem ist an der Oberfläche der Plattierung **20** des Rohrbodens **18** eine Senkung **16** eingefräst. Hierdurch ist die ehemalige defekte – nicht dargestellte – Schweißnaht komplett entfernt und damit auch jegliche eventuelle Verunreinigungen, welche zu dem Defekt der Schweißnaht geführt haben könnten. Das Dampferzeugerheizrohr **12** ist in seinem hinteren Bereich mit gestuft abnehmendem Innendurchmesser beziehungsweise mit gestuft zunehmender Wandstärke gezeigt. Eine höhere Wandstärke ist bei Austritt des Dampferzeugerheizrohres aus dem Rohrboden notwendig, weil dann dessen stabilisierende Wirkung entfällt. Das dargestellte Dampferzeugerheizrohr **12** ist somit vorbereitet für das Einsetzen einer erfindungsgemäßen Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse beziehungsweise eines Sleeves.

[0037] **Fig. 2** zeigt ein exemplarisches repariertes Dampferzeugerheizrohr **32**, welches durch einen Rohrboden **44** und eine darauf angeordnete Plattierung **46** geführt ist in einer Darstellung **30**. In das entsprechend **Fig. 1** vorbereitete Rohrende ist nunmehr eine Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse **34** eingesetzt, welche in ihrem oberen geraden Bereich **40** bereits eingewalzt, also in ihrem Durchmesser auf den jeweiligen Innendurchmesser des Rohrendes aufgeweitet wurde. Hierdurch ist eine hermetische Verbindung zwischen Dampferzeugerheizrohr **32** und Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse **34** gewährleistet. Aufgrund der Stufung des Dampferzeugerheizrohres **32** sind mehrere Einwalzschritte notwendig gewesen. In einem konischen Bereich **38** sind die konische Außenform der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse **34** und die konische Innenform des angefrästen Rohrendes genau aufeinander abgestimmt, so dass sich hier eine passgenaue Verbindung ergibt. In einem Flanschbereich **36** liegt ein die Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse **34** umgebender Flansch in einer eingefrästen Senkung, welche derart ausgestaltet ist, dass das Flanschmaterial bei Aufschmelzung im nachfolgenden Schweißprozess in etwa die Senkung auffüllt. Die Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse **34** beziehungsweise das Dampferzeugerheizrohr **32** erstrecken sich rotationssymmetrisch um eine gedachte Mittelachse **42**.

[0038] **Fig. 3** zeigt eine exemplarische – noch nicht eingewalzte – erste Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse **50** in einer Schnittansicht. Im unteren Flanschbereich **52** ist ein umlaufender Flansch vorgesehen, welcher beim späteren Schweißvorgang aufgeschmolzen und mit der Plattierung eines jeweiligen Rohrbodens verbunden wird. Ein konischer Bereich **54** ist mit einer erhöhten Wandstärke ausgeführt, wobei dieser Bereich nicht für ein Einwalzen

vorgesehen ist. Ein sich anschließender gerader Bereich **56** ist für ein Einwalzen vorgesehen und weist daher einen Außendurchmesser auf, welcher unwesentlich kleiner ist als der Innendurchmesser eines jeweils zu reparierenden Dampferzeugerheizrohres. Im an der Außenfläche des geraden Bereiches **56** ist bereichsweise eine dünne raue Schicht **58**, ein sogenannter Microlock, vorgesehen um beim späteren Einwalzen eine Rotation der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse **50** zu vermeiden. Diese erstreckt sich rotationssymmetrisch um eine gedachte Mittelachse **60** und ist vorzugsweise aus dem Material Inconel 690 gefertigt, was sich für diese Anwendung als besonders geeignet erwiesen hat.

[0039] **Fig. 4** zeigt ebenfalls eine exemplarische Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse **70**, jedoch in einer dreidimensionalen Ansicht. Am unteren Ende ist ein Flanschbereich **72** vorgesehen, an welchen sich in Richtung des anderen Hülsenendes ein konischer Bereich **74** und dann ein gerader Bereich **76** anschließen. Der gerade Bereich **76** ist an seiner Außenfläche von einer dünnen rauen Schicht **78** umgeben, welche eine Rotation der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse **70** beim Einwalzvorgang verhindert.

[0040] **Fig. 5** zeigt einen exemplarischen Dampferzeuger **80** in einer schematischen Skizze. Wandungen **92** und ein plattierter **84** Rohrboden **82** bilden einen geschlossenen Innenraum, durch welchen mehrere Dampferzeugerheizrohre **86, 88, 90** geführt sind. Diese sind an ihren jeweiligen Enden durch Bohrungen in der Bodenplatte beziehungsweise der angrenzenden Plattierung **84** geführt und mit der Plattierung verschweißt. Im Betrieb des Dampferzeugers wird dessen Innenraum von einem ersten Medium durchströmt, wobei die Dampferzeugerheizrohre **86, 88, 90** von einem zweiten Medium durchströmt werden. Beide Medien sind komplett und sicher voneinander zu trennen, eine Vermischung ist in jedem Fall zu vermeiden. Im Reparaturfall wird das erfindungsgemäße Reparaturverfahren auf das jeweils defekte Rohrende angewandt.

Bezugszeichenliste

10	exemplarisches Dampferzeugerheizrohr in plattiertem Rohrboden
12	Dampferzeugerheizrohr
14	konisch aufgefrästes Rohrende
16	eingefräste Senkung
18	Rohrboden
20	Plattierung
30	exemplarisches repariertes Dampferzeugerheizrohr
32	Dampferzeugerheizrohr
34	eingewalzte Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse

- 36 Flanschbereich der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse
- 38 konischer Bereich der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse
- 40 gerader Bereich der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse
- 42 Mittelachse
- 44 Rohrboden
- 46 Plattierung
- 50 exemplarische erste Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse
- 52 Flanschbereich der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse
- 54 konischer Bereich der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse
- 56 gerader Bereich der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse
- 58 dünne raue Schicht
- 60 Mittelachse
- 70 exemplarische zweite Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse
- 72 Flanschbereich der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse
- 74 konischer Bereich der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse
- 76 gerader Bereich der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse
- 78 dünne raue Schicht
- 80 exemplarischer Dampferzeuger
- 82 unterer Rohrboden des Dampferzeugers
- 84 Plattierung des unteren Rohrbodens
- 86 erstes Dampferzeugerheizrohr
- 88 zweites Dampferzeugerheizrohr
- 90 drittes Dampferzeugerheizrohr
- 92 Wandung

Patentansprüche

1. Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse (**50, 70**), welche an ihrem einen Ende einen umlaufenden Flansch (**36, 52, 72**) aufweist, der in einen sich in Richtung des anderen Hülsenendes außen verjüngenden konischen Bereich (**38, 54, 74**) übergeht, an welchen sich ein gerader Bereich (**56, 76**) anschließt.

2. Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Hülsenwandung im konischen Bereich (**38, 54, 74**) gegenüber dem geraden Bereich (**56, 76**) erhöht ist.

3. Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest an Teilbereichen der Außenoberfläche eine dünne raue Schicht (**58, 78**), vorgesehen ist.

4. Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass diese zumindest überwiegend aus dem Material Inconel 690 gefertigt ist.

5. Dampferzeugerheizrohrreparaturverfahren für ein in einen Dampferzeuger (**80**) verbautes Dampferzeugerheizrohr (**12, 32, 86, 88, 90**) mit einem defekten Rohrende, wobei eine Vielzahl an Dampferzeugerheizrohren (**12, 32, 86, 88, 90**) an ihren jeweiligen Enden durch einen jeweiligen plattierten Rohrboden (**18, 44, 82**) geführt und mit der Plattierung (**20, 46, 84**) verschweißt sind, umfassend folgende Schritte:

- konisches Auffräsen (**14**) des defekten Rohrendes und Einfräsen einer Senkung (**16**) in die Plattierung (**20, 46, 84**) um das defekte Rohrende,
- Einsetzen einer Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse (**50, 70**) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 in das konisch aufgefäste (**14**) defekte Rohrende, wobei die äußere Hülsenkontur zumindest im konischen (**38, 54, 74**) Bereich auf die innere Kontur des aufgefästen Rohrendes angepasst ist,
- Einwalzen der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse (**50, 70**) in ihrem geraden Bereich (**56, 76**),
- Verschweißen des Flanschbereiches (**36, 52, 72**) der eingewalzte Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse (**34**) mit der Plattierung (**20, 46, 84**) so dass eine Dichtnaht gebildet ist.

6. Dampferzeugerheizrohrreparaturverfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschweißen unter Anwendung eines WIG-Verfahrens (Wolfram Inert Gas) erfolgt.

7. Dampferzeugerheizrohrreparaturverfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschweißen der eingesetzten Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse (**50, 70**) bereits vor ihrem Einwalzen erfolgt.

8. Dampferzeugerheizrohrreparaturverfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Einwalzen der Dampferzeugerheizrohrreparaturhülse (**50, 70**) in mehreren Bearbeitungsschritten erfolgt.

9. Dampferzeugerheizrohrreparaturverfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass dieses an einem radioaktiv vorbelastetem Dampferzeuger (**80**) einer nuklearen Anlage erfolgt.

10. Dampferzeuger (**80**), umfassend eine Vielzahl an Dampferzeugerheizrohren (**12, 32, 86, 88, 90**), welche an ihren beiden Enden durch einen jeweiligen plattierten Rohrboden (**18, 44, 82**) geführt und mit der Plattierung (**20, 46, 84**) verschweißt sind, dadurch gekennzeichnet, dass bei wenigstens einem Rohrende das Reparaturverfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9 angewandt worden ist.

11. Dampferzeuger nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass dieser radioaktiv vorbelastet ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

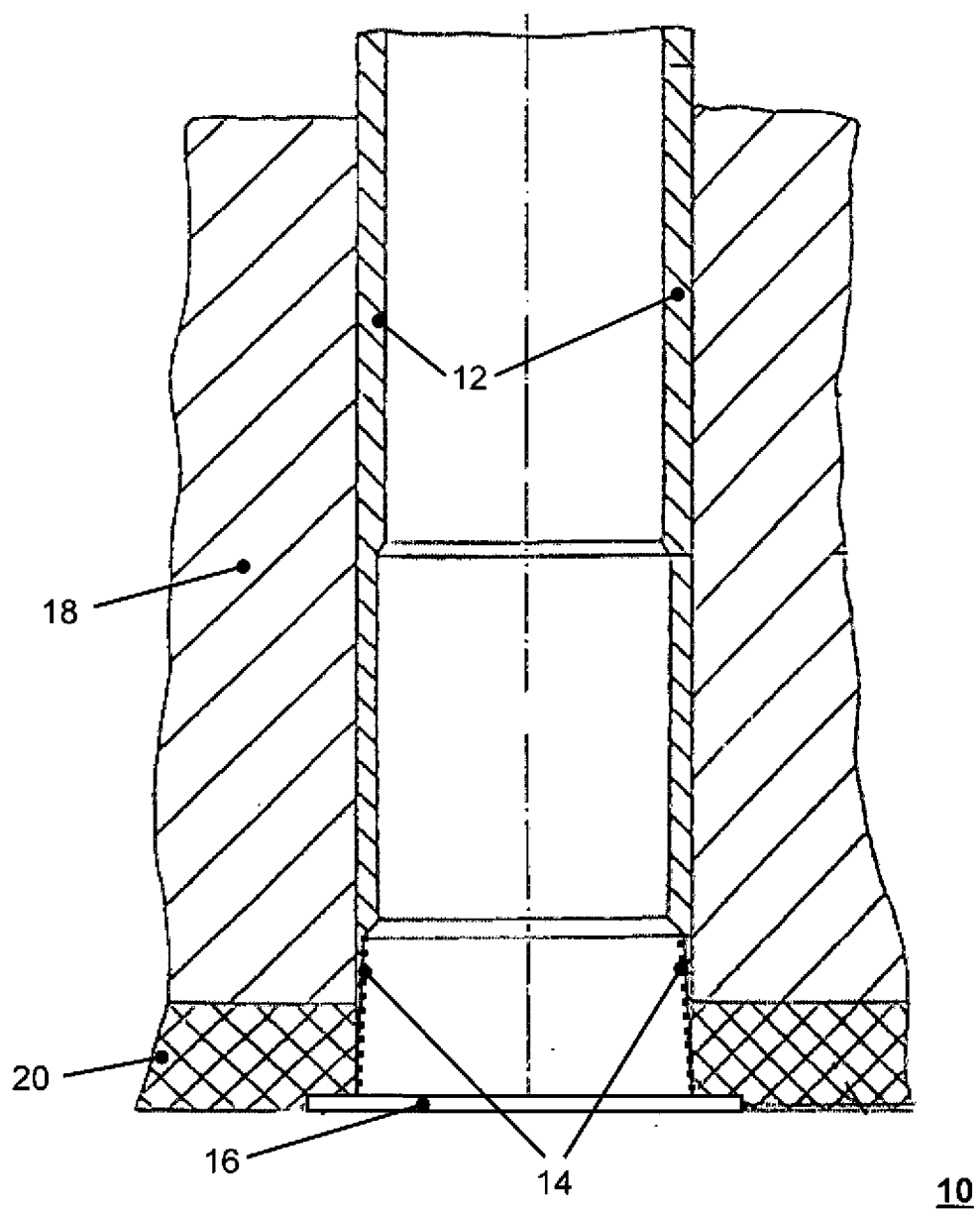


Fig. 1

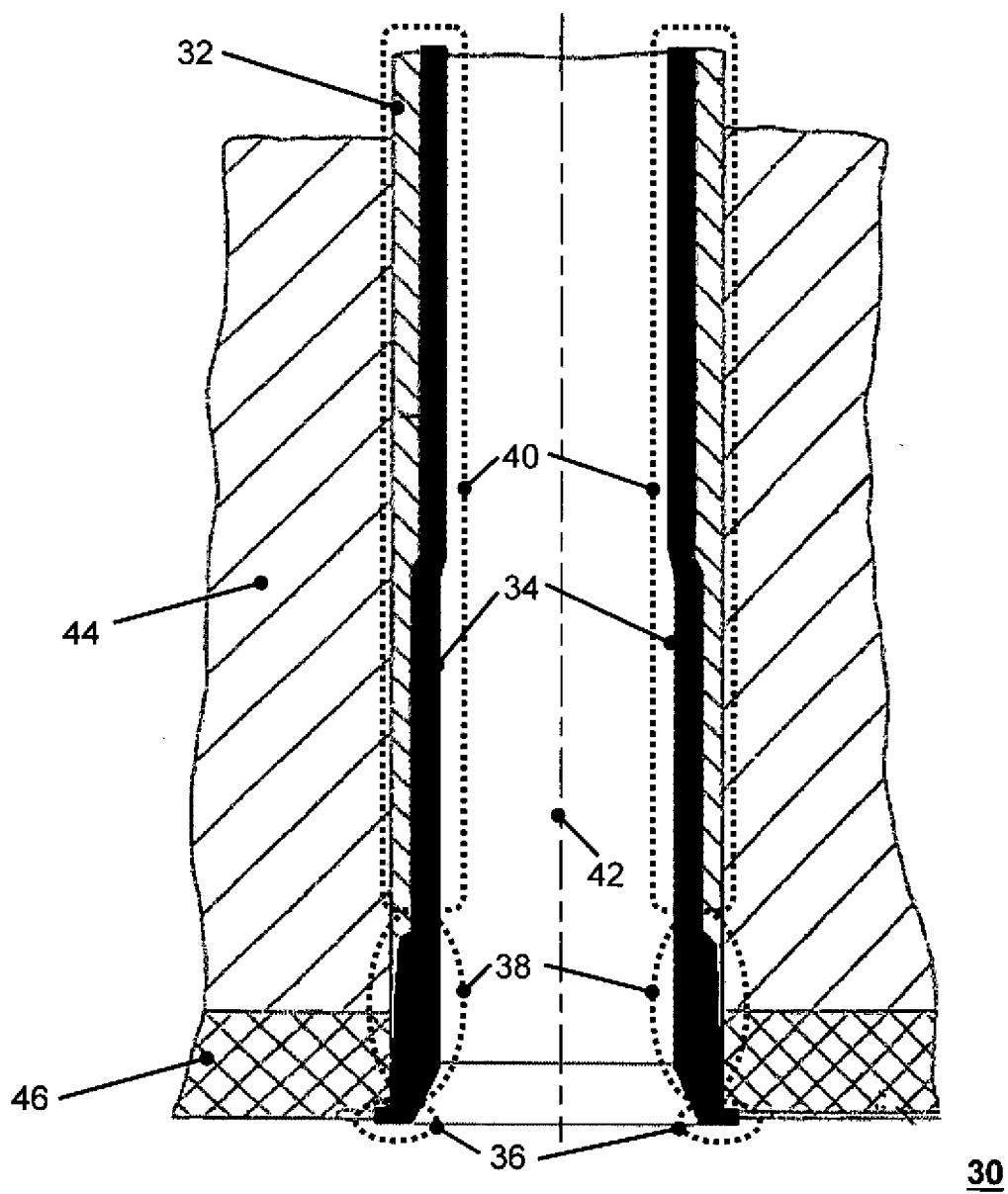


Fig. 2

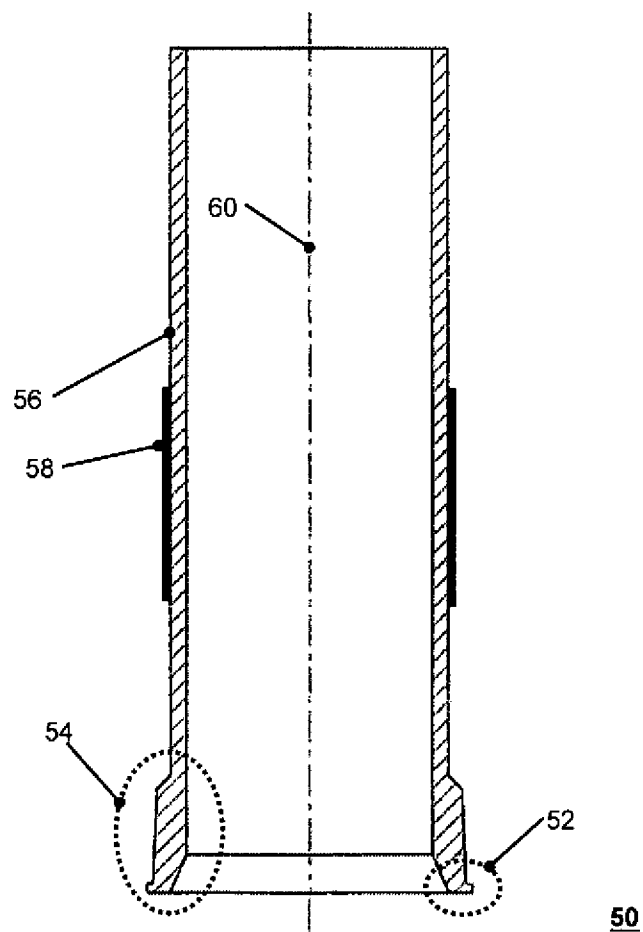


Fig. 3

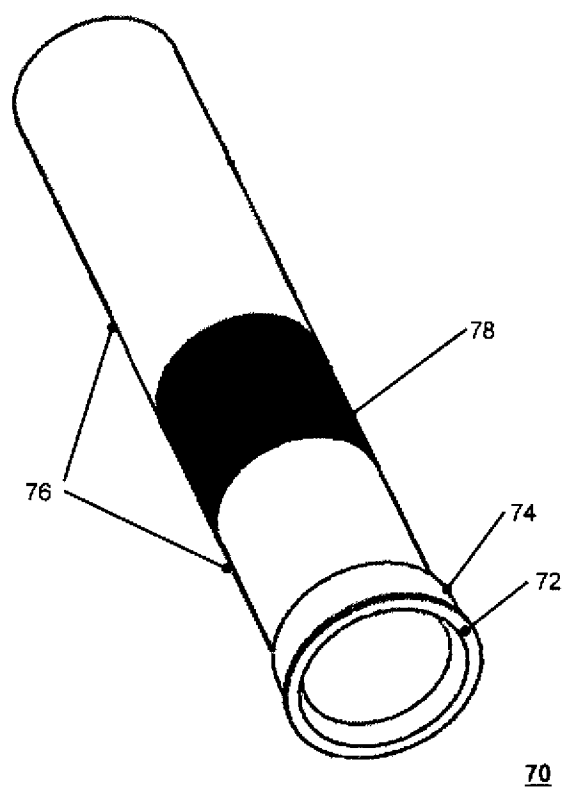


Fig. 4

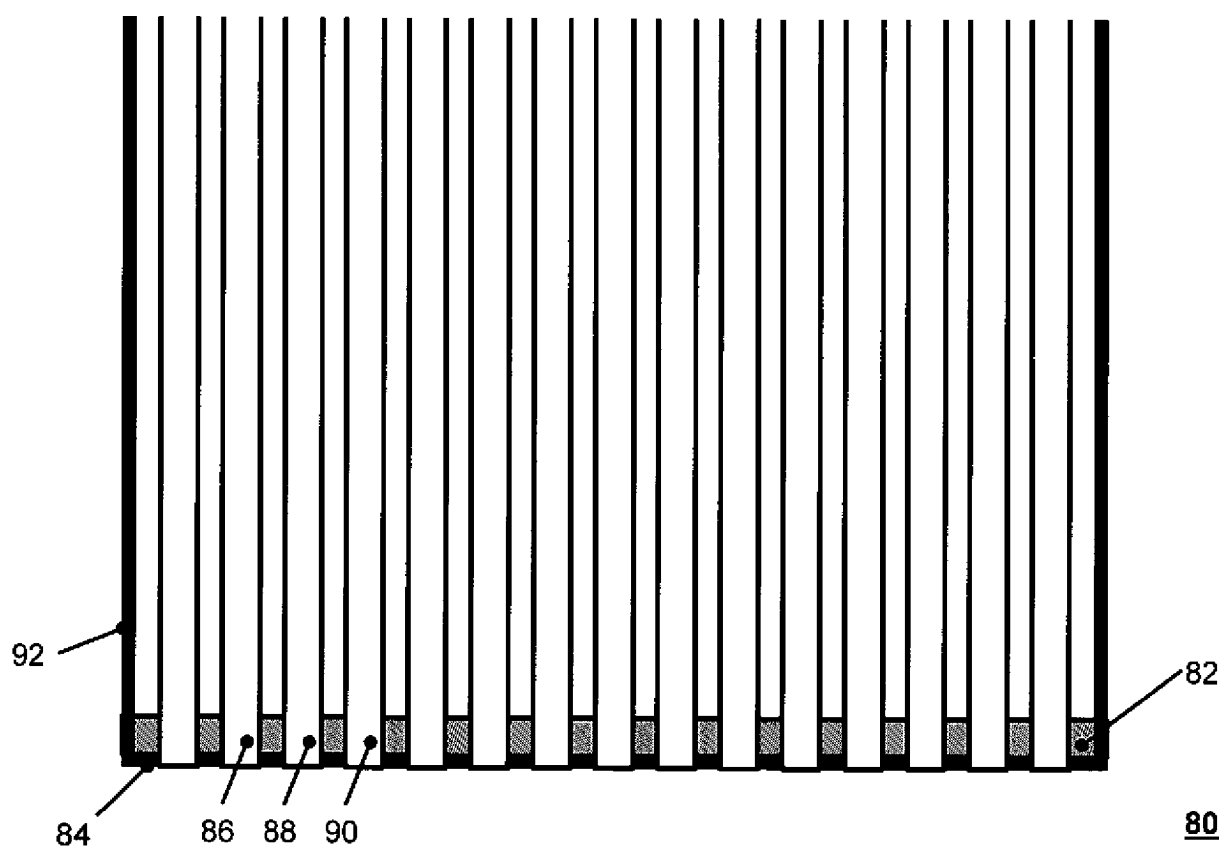


Fig. 5