



(11)

EP 2 164 077 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.03.2010 Patentblatt 2010/11

(51) Int Cl.:
G21F 9/28 (2006.01) G21F 9/00 (2006.01)
G21F 9/30 (2006.01) B08B 7/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08016554.1**

(22) Anmeldetag: **20.09.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

• **Scharrer, Johannes**
68165 Mannheim (DE)

(74) Vertreter: **Fritsch, Klaus**
Patentanwaltskanzlei Bickert
67119 Altrip (DE)

(30) Priorität: **31.08.2007 DE 102007041408**

(71) Anmelder: **Westinghouse Electric Germany GmbH**
68167 Mannheim (DE)

Bemerkungen:

Einem Antrag auf Wiedereinsetzung in die 12-Monatsfrist nach dem Anmeldetag der ersten Anmeldung wurde stattgegeben (Art. 87(1) und Art. 122 EPÜ).

(72) Erfinder:
• **Walter, Konstantin, Dr.**
69493 Hirschberg (DE)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Behandlung und/oder Dekontamination von Oberflächen**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Behandlung und/oder Dekontamination von Oberflächen, wobei wenigstens eine Erzeugeranordnung (1) sowie Mittel vorgesehen sind, mit welchen gerichtete Wellen (8), insbesondere elektromagnetischer Art, generierbar und Energieüberträge auf kontaminierte Oberflächenablagerungen (10), insbesondere Oberflächenablagerungen eines Reaktordruckbehälters und/oder von Reaktoreinbauten, bewirkbar sind und/oder diese Oberflächenablagerungen lösbar und/oder sublimierbar sind. Weiterhin betrifft die Erfindung auch ein entsprechendes Verfahren, wobei mittels wenigstens einer vorgenannten Vorrichtung gerichtete Wellen (8) generiert und Energieüberträge auf kontaminierte Oberflächenablagerungen (10), insbesondere Oberflächenablagerungen eines Reaktordruckbehälters und/oder von Reaktoreinbauten, derart bewirkt werden, dass diese Oberflächenablagerungen gelöst und/oder sublimiert werden.

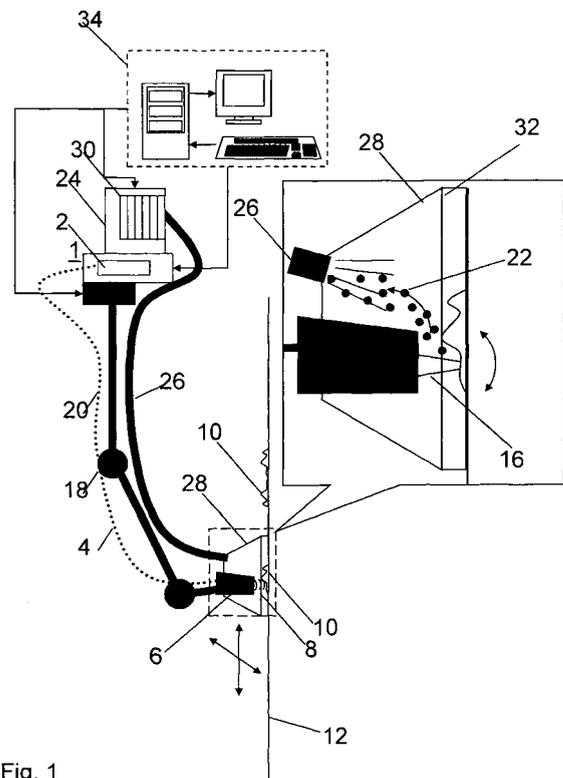


Fig. 1

EP 2 164 077 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Behandlung und/oder Dekontamination von Oberflächen, insbesondere von Oberflächen von Reaktoreinbauten, wie beispielsweise dem Reaktor-

druckbehälter, wobei auf Lösungsmittel und oder ätzende Chemikalien verzichtet werden kann.
[0002] Herkömmlich werden zum Entfernen loser und anhaftender radioaktiver Kontamination, insbesondere radioaktiver Oberflächenoxide, mechanischer und/oder chemischer Bearbeitungsprozesse, wie beispielsweise Bürsten, Wischen, Polieren, teils unter Zuhilfenahme von Waschsubstanzen und/oder Lösungsmitteln, wie organische oder nichtorganische Säuren, Laugen, Lösungsmittel, Ultraschall, Hochdruckreinigen mit Dampf oder Wasser eingesetzt.

[0003] Nachteilig sind mechanische Verfahren jedoch nur wenig effizient, da sie nur mit erheblichem Aufwand, insbesondere hinsichtlich Betriebsmittel, Betriebsstoffe, zu entsorgende Reststoffe sowie aufzuwendende Bearbeitungszeit, realisierbar sind. Auch ist herkömmlich kein selektives Vorgehen möglich, da bekannte Methodiken nicht zwischen Grund- beziehungsweise Basiswerkstoff, wie beispielsweise dem eigentlichen Reaktordruckbehältermaterial, und den auf dem Basismaterial abgelagerten, kontaminierten Oxidschichten differenzieren und beim Dekontaminationsbeziehungsweise Reinigungsprozess beide Materialien gleichermaßen angreifen und/oder schädigen. Darüber hinaus hinterlassen mechanische Bearbeitungswerkzeuge in aller Regel Bearbeitungsspuren und sind allein durch ihre Bauweise räumlich in ihrer Anwendung beschränkt. Eine gleichzeitig effiziente sowie schonende Dekontamination von Oberflächen ist derart bislang nicht möglich.

[0004] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zu Grunde eine effiziente und schonende Möglichkeit zur Dekontamination von Oberflächen anzugeben.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur Behandlung und/oder Dekontamination von Oberflächen mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sowie ein entsprechendes Verfahren sind in weiteren Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung angegeben.

[0006] Demgemäß umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung wenigstens eine Erzeugeranordnung sowie Mittel, mit welchen gerichtete Wellen, insbesondere elektromagnetischer Art, aber auch Ultraschallwellen und/oder Röntgenstrahlen und/oder Gammastrahlen, generierbar und Energieüberträge auf kontaminierte Oberflächenablagerungen, insbesondere Oberflächenablagerungen eines Reaktordruckbehälters und/oder von Reaktoreinbauten, bewirkbar sind und/oder diese Oberflächenablagerungen, insbesondere kontaminierte Oxidschichten, lösbar und/oder sublimierbar sind.

[0007] Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Behandlung und/oder Dekontamination von Oberflächen, welches ebenfalls die gestellte Aufgabe löst, werden un-

ter Verwendung einer entsprechenden Vorrichtung gerichtete Wellen, insbesondere elektromagnetischer Art, aber auch Ultraschallwellen und/oder Röntgenstrahlen und/oder Gammastrahlen, generiert und Energieüberträge auf kontaminierte Oberflächenablagerungen, insbesondere Oberflächenablagerungen eines Reaktor-

druckbehälters und/oder von Reaktoreinbauten, derart bewirkt, dass diese Oberflächenablagerungen gelöst und/oder sublimiert werden.
[0008] In einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst die Erzeugeranordnung eine oder mehrere Komponenten, wobei als Komponente zumindest eine Quelle und/oder ein Wellenleiter beziehungsweise ein Strahlführungssystem und/oder ein Auskoppellement vorgesehen ist und/oder die Komponenten untereinander in Wirkverbindung stehen.

[0009] In einer bevorzugten Ausführung besitzt die Erzeugeranordnung demgemäß wenigstens einen Laser als Quelle und/oder wenigstens eine Optik, insbesondere mit Linse und/oder Blende und/oder Fokus, als Auskoppellement und/oder wenigstens eine Glasfaser als Wellenleiter beziehungsweise Strahlführungssystem, wobei Laser und Auskoppellement über die wenigstens eine Glasfaser zusammenwirken und/oder verbunden sind. Der eingesetzte Laser kann dabei insbesondere als Festkörperlaser oder gepulster Festkörperlaser, beispielsweise als Titan:Saphir- oder auch Nd:YAG/YLF-Laser ausgebildet sein und dabei Wellenlängen im Bereich von ca. 266 - 1064 nm und/oder Pulslängen von ca. 10 ns bis 100ns aufweisen, oder auch als CO₂-Laser mit Wellenlängen im µm-Bereich, insbesondere bei ca. 10,6 µm. Bei derartigen Lasern sind dabei Pulsenergien im Bereich von wenigen mJ bis hin zu einigen 100 mJ erreichbar.

[0010] Mittels des generierten Laserstrahls wird dabei pro Zeiteinheit ein vorbestimmbarer Energieübertrag, maximal Pulsenergie pro Pulsdauer, auf einen definierten Oberflächenbereich und damit auf im Oberflächenbereich vorhandene kontaminierte Oberflächenablagerungen bewirkt und/oder die jeweiligen Oberflächenablagerungen, insbesondere in Form von Oxidschichten, erhitzt, gelöst und sublimiert. Der Energieübertrag auf verschiedene Materialien, wie beispielsweise den Grundwerkstoff des Reaktordruckbehälters und die darauf abgelagerte, kontaminierte Oxidschicht, wird dabei beispielsweise auch durch das Absorptionsverhalten der verschiedenen Materialien hinsichtlich der jeweilig eingesetzten elektromagnetischen Wellen beziehungsweise Strahlung mitbestimmt. Als weiterer Faktor betreffend die Höhe des Energieübertrags ist auch der Strahlfokusbeziehungsweise die Strahlquerschnittsfläche zu berücksichtigen. So lässt sich beispielsweise aufgrund des unterschiedlichen Absorptionsverhaltens von Grundwerkstoff/-material und Oxidschicht der Fokus derart wählen, dass zwar die Oxidschicht gelöst und sublimiert wird, der Grundwerkstoff jedoch nicht geschädigt beziehungsweise angegriffen wird. Auch bereits bestehende Risse oder Beschädigungen des Grundmaterials können

auf diese Weise nahezu berührungsfrei ohne weitere Beschädigungen dekontaminiert und/oder behandelt werden. Eine derartige Behandlung kann dabei durch geeignete Wahl der jeweiligen Laser- und/oder Pulsenergie und/oder Fokussierung auch tiefenselektiv durchgeführt werden. So ist eine Oberflächenbehandlung und/oder Dekontaminierung auch schichtweise in mehreren Arbeitsschritten möglich, was einen besonders schonenden Umgang mit dem Grundwerkstoff beziehungsweise dem Grundmaterial beispielsweise der Reaktordruckbehälters und/oder seiner Einbauten erlaubt.

[0011] Auch kann weiterbildend wenigstens eine Abtasteinrichtung, insbesondere als Scan- oder Rastereinrichtung, ausgebildet vorgesehen werden, mit welcher ein vorbestimmbarer Flächenbereich mit elektromagnetischen Wellen homogen abgetastet abgerastert werden kann. Größe und/oder Geometrie des jeweiligen Flächenbereiches sowie Ratergeschwindigkeit und/oder Auflösung sind dabei vorgebar.

[0012] Eine größere Oberfläche kann dabei durch Aneinanderreihung mehrerer derartiger Flächenbereiche behandelt beziehungsweise dekontaminiert werden. Die Anzahl der Flächenbereiche sowie deren Anordnung ist dabei an Form und/oder Größe der zu behandelnden beziehungsweise zu dekontaminierenden Oberfläche angepasst.

[0013] Alternativ können durch Festlegung des jeweiligen Raster- und/oder Scanbereiches auch kleinere Oberflächenbereiche sowie einzelne Ablagerungen selektiv behandelt und/oder gelöst sowie sublimiert werden.

[0014] Demgemäß umfasst die Abtasteinrichtung in einer weiteren Ausgestaltung wenigstens ein Ablenkelement, insbesondere einen bewegbaren Spiegel oder Prisma beispielsweise zur kontrollierten Lenkung oder Ablenkung von Laserstrahlen, oder einen Felderzeuger, wie insbesondere einen Elektromagnet, eine Spule oder einen Kondensator oder eine Kombination daraus.

[0015] Weiterbildend ist vorteilhaft wenigstens eine Steuer-/Regeleinrichtung vorsehbar, welche mit der wenigstens einen Erzeugeranordnung und/oder der wenigstens einen Abtasteinrichtung derart zusammenwirkt, dass die Energie der jeweiligen elektromagnetischen Welle, insbesondere des Laserlichtes, und/oder deren Energieübertrag und/oder deren Ausbreitungsrichtung und/oder deren Auftreffpunkt und/oder Größe und/oder Geometrie des vorbestimmbaren Flächenbereiches steuer- und/oder regelbar ist.

[0016] Dementsprechend kann mittels der Steuer-/Regeleinrichtung im Zusammenwirken mit der Abtasteinrichtung und insbesondere dem wenigstens einen Ablenkelement, insbesondere durch Steuerung/Regelung der Bewegung des wenigstens einen beweglichen Spiegels oder Prismas, der Feldstärke wenigstens eines veränderlichen Magnetfeldes und/oder eines veränderlichen elektrischen und/oder elektromagnetischen Feldes, eine Abtastung des vorbestimmbaren Flächenbereichs bewirkt werden. Die Abtastung kann dabei konti-

nuierlich oder schrittweise durchgeführt werden.

[0017] Die übertragbare beziehungsweise durch die elektromagnetische Welle bereitgestellte Energiemenge kann dabei homogen über den jeweils vorbestimmbaren Flächenbereich verteilt werden.

[0018] Zur vereinfachten Handhabung ist in vorteilhafter Ausgestaltung wenigstens eine Handhabungsvorrichtung vorsehbar, an welcher wenigstens eine Erzeugeranordnung oder Komponenten davon, wie insbesondere ein Ende eines Wellenleiters und/oder ein Auskoppellement, und/oder wenigstens ein weiteres Mittel, wie insbesondere eine Abtasteinrichtung, angeordnet sein können und/oder mit welcher diese relativ zur kontaminierten beziehungsweise zu behandelnden Oberfläche führ- und/oder positionierbar sind.

[0019] Die Handhabungsvorrichtung kann dabei einen Hand- oder Haltegriff zur manuellen und händischen Führung und/oder Positionierung von wenigstens einer Erzeugeranordnung oder Komponenten davon und/oder von wenigstens einer Abtasteinrichtung aufweisen.

[0020] Alternativ dazu oder auch ergänzend ist wenigstens ein Manipulator oder ein Roboter, insbesondere ein mehrachsiger Industrieroboter, vorsehbar, mit welchem die Führung und/oder Positionierung von Erzeugeranordnung und/oder Abtasteinrichtung automatisiert durchführbar ist.

[0021] Um eine Exposition der Umgebung mit strahlenbelasteten, radioaktiven Feststoffen oder Teilchen während des Dekontaminierungs- und/oder Behandlungsprozesses weitestgehend zu vermeiden, ist in vorteilhafter Weiterbildung eine Absaugeinrichtung zur Absaugung der gelösten und/oder sublimierten Ablagerungen vorsehbar.

[0022] Dabei kann die Absaugeinrichtung auch über einen flexiblen Saugschlauch und/oder eine Düse verfügen, wobei die jeweilige Düse an einem distalen Ende des jeweiligen Schlauches anordenbar ist.

[0023] Vorteilhaft ist die Düse als Flächendüse ausbildbar und/oder an den Abtast- oder Rasterbereich der jeweiligen Abtasteinrichtung anpassbar, insbesondere derart, dass der jeweilige Rasterbereich flächenmäßig möglichst vollständig umfasst oder abgedeckt ist.

[0024] In einer weiteren Ausgestaltung verfügt die Flächendüse über Dichtmittel, welche während des Dekontaminierungsprozesses den Abtast- oder Rasterbereich gegen die Umgebung möglichst vollständig abschließen oder abdichten, und damit die Umgebungsluft weitestgehend vor Verunreinigung durch kontaminierte Teilchen schützt.

[0025] In einer weiteren Ausführungsvariante weist die Düse eine Ausnehmung zur Durchführung und/oder Aufnahme zur Einkopplung wenigstens einer Komponente einer Erzeugeranordnung, insbesondere eines Strahlensystems und/oder Wellenleiters, einer Optik, eines Lasers oder eines Laserstrahls auf.

[0026] Für eine verbesserte Bewegungs- und/oder Positionskontrolle ist vorteilhaft vorsehbar die Düse zumindest anteilig aus transparentem Material, insbesondere

einem Kunststoff, auszubilden.

[0027] Auch ist weiterhin vorsehbar, dass die Absaugeinrichtung wenigstens ein Filter zur Filterung und/oder Abscheidung gelöster, kontaminierter Feststoffe aus der Umgebungsluft aufweist.

[0028] Alternativ oder ergänzend zu einem Laser, kann die Erzeugeranordnung auch wenigstens eine Ultraschallquelle, eine Röntgenquelle, eine Gammastrahlenquelle (γ -Quelle) oder einen Mikrowellengenerator aufweisen.

[0029] Des Weiteren wird die gestellte Aufgabe auch durch ein Verfahren zur Behandlung und/oder Dekontaminierung von Oberflächen gelöst, wobei mittels wenigstens einer der vorgenannten Vorrichtungen gerichtete elektromagnetische Wellen generiert und Energieüberträge auf kontaminierte Oberflächenablagerungen, insbesondere Oberflächenablagerungen eines Reaktor-druckbehälters und/oder von Reaktoreinbauten, derart bewirkt werden, dass diese gelöst und/oder sublimiert werden.

[0030] Vorteilhaft sind als elektromagnetische Wellen Laserstrahlen einsetzbar, welche mittels eines Lasers, insbesondere mittels eines Festkörperlasers oder eines gepulsten Festkörperlasers oder eines Excimerlasers ($157 \text{ nm} \leq \lambda \leq 248 \text{ nm}$; ArF-Excimerlaser $\lambda = 193 \text{ nm}$), generiert werden können. Weiterhin sind die generierten Laserstrahlen mittels einer dafür eingerichteten Optik fokussierbar, wobei die Laserstrahlen über einen Wellenleiter oder ein Strahlführungssystem, insbesondere eine Glasfaser oder ein Glasfaserbündel und/oder eine Spiegel- oder Prismenanordnung vom Laser zur Optik geleitet und/oder über die Optik ausgekoppelt werden.

[0031] Derartige Laserstrahlen bestehen in aller Regel aus elektromagnetischen Wellen, mit beispielsweise Wellenlängen im Bereich von ca. 157 nm bis ca. $1060 \pm 4 \text{ nm}$, und/oder einer Pulslänge von ca. 4 ns bis ca. 100 ns und/oder einer Pulsenergie von ca. 6 mJ bis ca. 355 mJ , je nach Wellenlänge und Art des verwendeten Lasers und/oder Fokussierung des jeweiligen Strahls..

[0032] Verfahrensgemäß können dementsprechend mittels des generierten Laserstrahls pro Zeiteinheit eine vorbestimmbare Energiemenge auf einen definierten Oberflächenbereich und damit auf im Oberflächenbereich vorhandene kontaminierte Oberflächenablagerungen übertragen und/oder im jeweiligen Oberflächenbereich vorkommende kontaminierte Ablagerungen, insbesondere in Form von Oxidschichten, erhitzt, gelöst und/oder sublimiert werden.

[0033] In einer Ausführungsvariante wird mittels wenigstens einer Abtasteinrichtung ein vorbestimmbarer Bereich der jeweiligen Oberfläche mit elektromagnetischen Wellen homogen abgetastet. Dabei kann die Abtastung des jeweiligen Flächenbereichs durch Bewegung wenigstens eines Ablenkelementes, insbesondere eines bewegbaren Spiegels oder Prismas, oder durch Feldanpassung, insbesondere hinsichtlich Feldlinienverlauf und/oder Stärke, eines elektrischen und/oder magnetischen oder elektromagnetischen Feldes bewirkt.

[0034] Weiterhin ist vorsehbar, dass die Energie der jeweiligen elektromagnetischen Welle und/oder der bewirkte Energieübertrag und/oder deren Ausbreitungsrichtung und/oder deren Auftreffpunkt und/oder Größe sowie Form des abgetasteten Flächenbereiches mittels einer Steuer-/Regeleinrichtung, im Zusammenwirken mit Erzeugeranordnung und/oder Abtasteinrichtung gesteuert und/oder geregelt wird.

[0035] In einer weiteren Ausführung ist vorgesehen, dass eine Bewegung, Führung, Ausrichtung und Positionierung von Erzeugeranordnung oder Komponenten davon und/oder der Abtasteinrichtung relativ zur kontaminierten Oberfläche mittels wenigstens einer Handhabungsvorrichtung händisch oder automatisiert durchgeführt wird.

[0036] Bei einer weiteren Ausführungsvariante werden die Erzeugeranordnung oder Komponenten davon und/oder die Abtasteinrichtung sowie die jeweilig generierten elektromagnetischen Wellen mittels der wenigstens einen Handhabungsvorrichtung in einem vorbestimmbaren Abstand und/oder in vorbestimmbarer Ausrichtung über die zu dekontaminierenden Oberflächenbereiche geführt und/oder hinwegbewegt.

[0037] Dabei kann die Ausrichtung, Positionierung und/oder Führung mittels wenigstens eines Manipulators oder eines Roboters, insbesondere eines mehrachsigen Industrieroboters, durchgeführt werden.

[0038] In einer Weiterbildung des Verfahrens werden die gelösten und/oder sublimierten Ablagerungen mittels einer Absaugeinrichtung unmittelbar abgesaugt.

Die Absaugung ist dabei auch mittels eines flexiblen Saugschlauchs oder einer flexiblen Saugleitung und einer Düse durchführbar, wobei die Düse benachbart zum Auftreffbereich der elektromagnetischen Wellen und/oder diesen überdeckend angeordnet wird.

[0039] Zur Absaugung ist eine als Flächendüse ausgebildete Düse einsetzbar, welche an den Abtast- oder Rasterbereich der jeweiligen Abtasteinrichtung angepasst wird, insbesondere derart, dass dieser flächenmäßig umfasst oder abgedeckt wird.

[0040] Das Verfahren fortbildend wird die abgesaugte Luft gefiltert, so dass die gelösten und/oder sublimierten Feststoffe oder Ablagerungen in einem Filter abgeschieden werden, wobei das Filter regelmäßig gereinigt und/oder abgeschiedenen Feststoffe herausgenommen und fachgerecht entsorgt oder gelagert werden.

[0041] In einer alternativen Ausführung werden Wellen in Form von Ultraschallwellen, Mikrowellen, Röntgenstrahlen, γ -Strahlen oder eine Kombination daraus generiert und/oder mittels der jeweilig generierten Wellen pro Zeiteinheit eine vorbestimmbare Energiemenge auf einen definierten Oberflächenbereich und damit auf im Oberflächenbereich vorhandene kontaminierte Oberflächenablagerungen übertragen und/oder im jeweiligen Oberflächenbereich vorkommende kontaminierte Ablagerungen, insbesondere in Form von Oxidschichten, erhitzt, gelöst und/oder sublimiert.

[0042] Demgemäß wird unter Vermeidung mechani-

scher Bearbeitungswerkzeuge sowie der resultierenden Bearbeitungsspuren und unter Einsatz gerichteter elektromagnetischer Wellen eine besonders homogene, effiziente und schonende Dekontaminierung von Oberflächen, insbesondere des Reaktordruckbehälters und/oder der Reaktoreinbauten, ermöglicht. Auch die aufwendige Bereitstellung und Entsorgung (nach Gebrauch) von Lösungsmittel und kontaminierten Rückständen in vergleichsweise großen Mengen kann vorteilhaft entfallen.

[0043] Ein weiterer Vorzug liegt in dem vergleichsweise geringen Aufwand und/oder der wenigen und kompakten Peripherie die zur Verfahrensdurchführung erforderlich ist.

[0044] Die weitere Darlegung der Erfindung, vorteilhafter Ausgestaltungen sowie Weiterbildungen erfolgt anhand einer Figur sowie des zugehörigen Ausführungsbeispiels.

[0045] Die einzige Figur (Fig. 1) zeigt eine beispielhaft ausgebildete Vorrichtung zur Behandlung und/oder Dekontamination beziehungsweise Dekontaminierung von Oberflächen, wobei wenigstens eine Erzeugeranordnung 1, umfassend Laser, beispielsweise einen Kurzpuls-Excimer oder -Festkörperlaser 2, ein Strahlführungssystem, bei eingesetztem Festkörperlaser 2 beispielsweise ein Glasfaserbündel 4, sowie eine Optik mit Fokus (nicht explizit gezeigt), welche beispielsweise geschützt in einem entsprechenden Gehäuse 6, angeordnet ist, mit welchen gerichtete Wellen 8 generierbar und Energieüberträge auf kontaminierte Oberflächenablagerungen 10, insbesondere Oberflächenablagerungen eines Reaktordruckbehälters und/oder von Reaktoreinbauten 12, bewirkbar sind und/oder diese Oberflächenablagerungen 10 lösbar und/oder sublimierbar sind.

[0046] Durch Laserpulse geeigneter Intensität und Dauer werden die entsprechend bestrahlten Ablagerungen dabei gelöst beziehungsweise verdampft und/oder in ein Plasma überführt.

[0047] Weiterhin ist eine Scan- oder Rastereinrichtung (nicht explizit dargestellt) vorgesehen, welche ebenfalls in das Gehäuse 6 integrierbar ist und mit welcher ein vorbestimmbarer Flächenbereich mit insbesondere elektromagnetischen Wellen 8 homogen abtastbar ist. Zur Ablenkung beispielsweise des jeweiligen Laserstrahls 16 ist ein in einer oder mehreren Achsen bewegbarer Spiegel oder Prisma und/oder elektromagnetische Felderzeuger und/oder elektromagnetische Linsen vorgesehen (in Fig. 1 nicht explizit dargestellt).

[0048] Darüber hinaus ist eine Handhabungsvorrichtung in Gestalt eines mehrachsigen Roboters 18 vorgesehen, an welchem Optik, ein Ende eines Glasfaserbündels 20 zur optischen Verbindung von Laser 2 und Optik sowie die Abtasteinrichtung angeordnet ist und mit welcher diese automatisiert führ- und/oder relativ zur kontaminierten Oberfläche positionierbar sind. Die Bewegung des Laserstrahles mittels der Handhabungsvorrichtung über die Oberfläche kann dabei in vertikaler und/oder horizontaler Richtung erfolgen. Bei diesen Bewegung ist

auch vorteilhaft vorsehbar, dass auf einen gleichmäßigen mittleren Abstand der Optik zur Oberfläche geregelt wird. Die Abtragung von Ablagerungen kann auch Schicht und/oder Schrittweise durch mehrfaches Abfahren der entsprechenden Strukturen sowie Oberflächenbereiche durchgeführt werden. Zusätzlich ist ein Hand- oder Haltegriff zur manuellen und händischen Führung und/oder Positionierung vorsehbar. Alternativ kann die Handhabungsvorrichtung auch Handgerät zur ausschließlich händischen Bedienung und Führung ausgebildet sein, was insbesondere bei lediglich lokalen Arbeiten und nur kleinen, fast punktuellen Flächenbereichen angebracht erscheint.

[0049] Um auch derartige Handgeräte automatisiert einzusetzen können entsprechende Schnittstellen zur Anbringung an einem Manipulator oder Roboter 18 vorgesehen werden.

[0050] Die mittels Laserstrahlen 16 gelösten und/oder sublimierten Bestandteile 22 der vormaligen Ablagerungen 10 werden mittels einer Absaugeinrichtung 24 unmittelbar abgesaugt. Zur besseren Handhabung erfolgt die Absaugung mittels eines flexiblen Saugschlauchs 26 oder einer flexiblen Saugleitung und einer an diesem endseitig angeordneten Düse. Im hier gezeigten Beispiel ist diese Düse als trichterförmige Flächendüse 28 ausgebildet, welche an den durch die Abtasteinrichtung erfassten Flächen- oder Abtastbereich angepasst ist und diesen vollständig überdeckt. Alternativ kann die eingesetzte Düse auch beliebige andersartige Geometrien und Formen aufweisen und beispielsweise seitlich benachbart zum Laserstrahl und/oder zum Auftreffbereich der elektromagnetischen Wellen angeordnet werden.

[0051] Weiterhin weist die Flächendüse Dichtmittel 32, beispielsweise Dichtlippen aus Weichgummi oder Borsten, welche endseitig an der Düse, zwischen Düse und Oberfläche, angeordnet sind und den Öffnungsbereich der Düse umfassen. Während des Dekontaminierungsprozesses schließen und/oder dichten diese Dichtmittel den Abtast- oder Rasterbereich gegen die Umgebung möglichst vollständig ab, damit die Umgebungsluft weitestgehend vor Verunreinigung durch kontaminierte Teilchen geschützt und die Belastung möglichst gering gehalten wird.

[0052] Wie in Fig. 1 gezeigt ist in die Düse wenigstens eine Aufnahme, insbesondere eine Ausnehmung, zur Durchführung und/oder Einkopplung des Lichtwellenleiters beziehungsweise Glasfaserbündels 20 sowie der Optik und/oder der Abtasteinrichtung 6.

[0053] Für eine verbesserte Bewegungs- und/oder Positionskontrolle ist vorteilhaft vorsehbar die Düse 28 zumindest anteilig aus transparentem Material, insbesondere einem Kunststoff, auszubilden oder ein transparentes Schaufenster vorzusehen.

[0054] Die abgesaugte Luft wird in einem dafür vorgesehenen Filter 30 gefiltert, so dass die gelösten und/oder sublimierten Feststoffe 22 in dem Filter 30 abgeschieden werden und/oder das Filter 30 regelmäßig gereinigt und/oder die abgeschiedenen Feststoffe 22 herausgenom-

men und fachgerecht entsorgt oder gelagert werden.

[0055] Weiterhin ist wenigstens eine Steuer-/Regel-einrichtung 34 vorgesehen, welche mit Laser 2, Optik und Abtasteinrichtung 6 derart zusammenwirkt, dass die Energie der Laserstrahlen, insbesondere die Pulsenergie, und/oder deren jeweiliger Energieübertrag, beispielsweise durch entsprechende Fokussierung, und/oder deren Ausbreitungsrichtung und/oder deren Auftreffpunkt und/oder die Abtastfläche sowie Abtastgeschwindigkeit steuer- und/oder regelbar ist.

[0056] Auch die Absaugeinrichtung 24 wirkt vorteilhaft mit der Steuer-/Regeleinrichtung zusammen.

[0057] Durch die Verwendung von Glasfaserbündel 20 und Saugschlauch 26 können der eigentliche Laser 2 mit Energieversorgung und die eigentliche Absaugeinrichtung 24 mit Filter 30 auch räumlich entfernt von der zu behandelnden oder der zu dekontaminierenden Oberfläche 12 angeordnet sein.

[0058] Dies ist insbesondere bei beschränktem Raumangebot von Vorteil, erhöht die Bewegungsfreiheit und erleichtert die Handhabung, da lediglich noch Wellenleiter beziehungsweise Strahlführungssystem, insbesondere Lichtleiter beziehungsweise Glasfaser 20, sowie Optik und gegebenenfalls die Abtasteinrichtung 6 sowie der Saugschlauch 26 mit Düse 28 zu bewegen und/oder führen sind.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Behandlung und/oder Dekontamination von Oberflächen, wobei wenigstens eine Erzeugeranordnung (1) sowie Mittel vorgesehen sind, mit welchen gerichtete Wellen (8) generierbar und Energieüberträge auf kontaminierte Oberflächenablagerungen (10), insbesondere Oberflächenablagerungen eines Reaktordruckbehälters und/oder von Reaktoreinbauten, bewirkbar sind und/oder diese Oberflächenablagerungen lösbar und/oder sublimierbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erzeugeranordnung (1) wenigstens einen Laser (2) als Quelle und/oder wenigstens eine Optik, insbesondere mit Fokus, als Auskoppellement und/oder wenigstens eine Glasfaser (20) oder ein Spiegelsystem als Wellenleiter oder Strahlführungssystem umfasst, wobei Laser (2) und Auskoppellement über die wenigstens eine Glasfaser (20) oder das Spiegelsystem zusammenwirken und/oder verbunden sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Erzeugeranordnung (1) mit Laser (2) mittels des generierten Laserstrahls pro Zeiteinheit einen vorbestimmbaren Energieübertrag auf einen definierten Oberflächenbereich und damit auf im Oberflächenbereich vorhandene kontaminierte Oberflächenablagerungen (10) bewirkt und/oder die jeweiligen Oberflächenablagerungen, insbesondere in Form von Oxidschichten, erhitzt, löst und sublimiert.
4. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Abtasteinrichtung (6), insbesondere als Scan- oder Rastereinrichtung, ausgebildet ist, mit welcher ein vorbestimmbarer Flächenbereich mit elektromagnetischen Wellen (8) homogen abtastbar ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Handhabungsvorrichtung vorgesehen ist, an welcher wenigstens eine Erzeugeranordnung (1) oder Komponenten davon, wie insbesondere ein Ende eines Wellenleiters (20) und/oder ein Auskoppellement, und/oder wenigstens ein weiteres Mittel, wie insbesondere eine Abtasteinrichtung (6), anordenbar sind und/oder Erzeugeranordnung (1) oder Komponenten davon und/oder Abtasteinrichtung (6) mittels der Handhabungsvorrichtung (18) führ- und/oder relativ zur zu dekontaminierenden Oberfläche (12) positionierbar sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führung und/oder Positionierung von Erzeugeranordnung (1) oder Komponenten davon und/oder Abtasteinrichtung (6) und/oder Optik automatisiert durchführbar ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Absaugeinrichtung (24) zur Absaugung der gelösten und/oder sublimierten kontaminierten Ablagerungen (10) vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Absaugeinrichtung (24) über einen flexiblen Saugschlauch (26) und/oder eine Düse (28) verfügt, welche insbesondere an einem distalen Ende des jeweiligen Schlauches (26) angeordnet ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse als Flächendüse ausgebildet ist und über Dichtmittel (32) verfügt, welche während des Dekontaminierungsprozesses den Abtast- oder Rasterbereich gegen die Umgebung abschließen oder abdichten, und damit die Umgebungsluft weitestgehend vor Verunreinigungen schützen.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (28) eine Aufnahme zur Einkopplung wenigstens eines Lichtwellenleiters (20) oder einer Strahlführungseinrichtung oder eines Lasers (2) oder eines Laserstrahls (16) aufweist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Absaugeinrichtung (24) wenigstens ein Filter (30) zur Filterung und/oder Abscheidung gelöster, kontaminierter Feststoffe (22) aus der Umgebungsluft aufweist. 5
12. Verfahren zur Behandlung und/oder Dekontaminierung von Oberflächen, wobei mittels wenigstens einer Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 gerichtete Wellen (8), insbesondere elektromagnetischer Art, generiert und Energieüberträge auf kontaminierte Oberflächenablagerungen (10), insbesondere Oberflächenablagerungen eines Reaktordruckbehälters und/oder von Reaktoreinbauten, derart bewirkt werden, dass diese Oberflächenablagerungen gelöst und/oder sublimiert werden. 10
15
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Wellen Laserstrahlen (16) mittels eines Lasers (2), insbesondere eines Festkörperlasers, eines Excimerlasers oder eines gepulsten Festkörperlasers, generiert werden und das Laserlicht über eine Glasfaser oder ein Glasfaserbündel (20) oder ein Strahlführungssystem vom Laser (2) zur Optik geleitet wird, wobei mittels des generierten Laserstrahls (16) pro Zeiteinheit eine vorbestimmbare Energiemenge auf einen definierten Oberflächenbereich und damit auf im Oberflächenbereich vorhandene kontaminierte Oberflächenablagerungen (10) übertragen und/oder im jeweiligen Oberflächenbereich vorkommende kontaminierte Ablagerungen, insbesondere in Form von Oxidschichten, erhitzt, gelöst und/oder sublimiert werden. 20
25
30
14. Verfahren nach den Ansprüche 12 und 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels wenigstens einer Abtasteinrichtung (6) ein vorbestimmbarer Bereich der jeweiligen Oberfläche mit Wellen, insbesondere elektromagnetischen Wellen, homogen abgetastet wird. 35
40
15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gelösten und/oder sublimierten Ablagerungen (10) mittels einer Absaugeinrichtung (24) unmittelbar abgesaugt werden und die abgesaugte Luft gefiltert wird, so dass die gelösten und/oder sublimierten Feststoffe oder Ablagerungen in einem Filter (30) abgeschieden werden. 45
50

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 01 6554

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 95/27986 A1 (BRITISH NUCLEAR FUELS PLC [GB]; SHUTTLEWORTH STEPHEN [GB]; CHANDRATILL) 19. Oktober 1995 (1995-10-19) * Seite 1, Absatz 4 - Seite 14, Absatz 2 * -----	1-16	INV. G21F9/28 G21F9/00 G21F9/30 B08B7/00
X	EP 0 642 846 A1 (ONET SA [FR]) 15. März 1995 (1995-03-15) * Spalte 2, Zeile 10 - Spalte 15, Zeile 16; Abbildungen 1-3 * -----	1-16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G21F B08B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. Februar 2010	Prüfer Lohberger, Severin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 08 01 6554

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-02-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9527986 A1	19-10-1995	EP 0755560 A1	29-01-1997
		JP 10503278 T	24-03-1998

EP 0642846 A1	15-03-1995	DE 69410900 D1	16-07-1998
		DE 69410900 T2	11-02-1999
		ES 2117236 T3	01-08-1998
		FR 2708877 A1	17-02-1995

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82