(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 620 238 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.03.2020 Patentblatt 2020/11

(51) Int Cl.:
B08B 3/12 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **19190500.9**

(22) Anmeldetag: **07.08.2019**

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

(30) Priorität: **08.08.2018 DE 102018119300**

(71) Anmelder: **Elma Schmidbauer GmbH**
78224 Singen (DE)

(72) Erfinder: **SOBOTTA, Reinhard**
78224 Singen (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Behrmann Wagner PartG mbB**
Maggistraße 5
Hegau-Tower (10. OG)
78224 Singen (DE)

(54) ULTRASCHALLBEHANDLUNGSVORRICHTUNG ZUM BEHANDELN EINES BAUTEILS

(57) Die Erfindung betrifft eine Ultraschallbehandlungsvorrichtung (1) zum Behandeln von wenigstens einem in ein flüssiges Behandlungsmedium (2) eingetauchten Bauteil (3) mittels durch Druckwellen induzierter Kavitation, mit einer ein flüssiges Behandlungsmedium (2) vorhaltender Aufnahmewanne (4), die eine das flüssige Behandlungsmedium (2) begrenzende Innenseite (5) sowie eine auf der abgewandten Seite angeordnete Außenseite (6) umfasst und in die das wenigstens eine Bauteil (3) in das flüssige Behandlungsmedium (2) eintauchbar ist, mit Ultraschallerzeugungsmitteln (7), die in Wirkverbindung zu einer schallabstrahlenden Fläche (8) angeordnet sind, mit elektrischen Ansteuermitteln (9) zum Versorgen und/oder Ansteuern der Ultraschallerzeugungsmittel (7) zum Erzeugen von sich in dem flüssigen Behandlungsmedium (2) ausbreitenden Druckwellen, um das wenigstens eine in das flüssige Behandlungsmedium (2) eingetauchte Bauteils (3) durch mittels der Druckwellen induzierter Kavitation zu behandeln, und mit einem Sensorelement (10) zum zumindest mittelbaren Erfassen der in dem flüssigen Behandlungsmedium (2) ultraschallinduzierten Kavitationen.

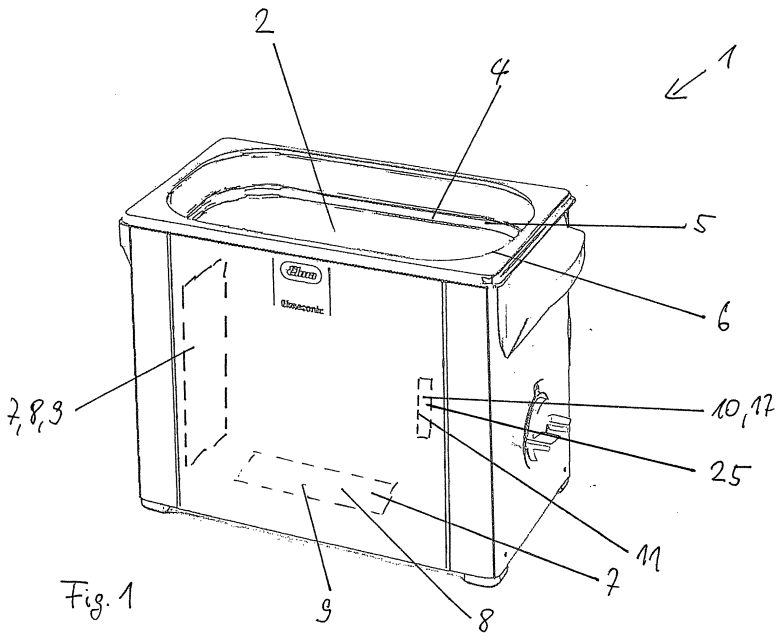


Fig. 1

EP 3 620 238 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Ultraschallbehandlungsvorrichtung zum Behandeln von wenigstens einem in ein flüssiges Behandlungsmedium eingetauchten Bauteil mittels durch Druckwellen induzierter Kavitation nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, mit mindestens einer ein flüssiges Behandlungsmedium vorhaltender Aufnahmewanne, die wenigstens eine das flüssige Behandlungsmedium begrenzende Innenseite sowie eine auf der abgewandten Seite angeordnete Außenseite umfasst und in die das wenigstens eine Bauteil in das flüssige Behandlungsmedium eintauchbar ist, mit Ultraschallerzeugungsmitteln, die in Wirkverbindung zu wenigstens einer schallabstrahlenden Fläche angeordnet sind, mit elektrischen Ansteuermitteln zum Versorgen und/oder Ansteuern der Ultraschallerzeugungsmittel zum Erzeugen von sich in dem flüssigen Behandlungsmedium ausbreitenden Druckwellen, um das wenigstens eine in das flüssige Behandlungsmedium eingetauchte Bauteil mittels druckwelleninduzierter Kavitation zu behandeln und mit einem Sensorelement zum zumindest mittelbaren Erfassen der in dem flüssigen Behandlungsmedium induzierten Kavitationen.

[0002] Ultraschallbehandlungsvorrichtungen, die auf Basis von ultraschallinduzierter Kavitation eine mechanische Reinigung und/oder Oberflächenbehandlung eines in einem flüssigen Behandlungsmedium eingetauchten Bauteils ermöglichen, sind hinlänglich bekannt. Die bekannten Behandlungsvorrichtungen umfassen eine Aufnahmewanne, in der ein Flüssigkeitsbad aus einem flüssigen Behandlungsmedium vorgelegt ist, wobei das wenigstens eine zu behandelnde Bauteil händisch oder automatisiert mittels einer Handhabungsvorrichtung in das Flüssigkeitsbad eingetaucht werden kann. Nach dem vollständigen Eintauchen des wenigstens einen Bauteils in das flüssige Behandlungsmedium werden durch elektrische Ansteuermittel Ultraschallerzeugungsmittel aktiviert und derart angesteuert, dass sich in dem flüssigen Behandlungsmedium Ultraschallwellen ausbreiten. Die mittels der Ultraschallerzeugungsmittel generierten Ultraschallwellen breiten sich in dem flüssigen Behandlungsmedium als Druckwellen aus, was die frequenzabhängige Ausbildung von Überdruck- und Unterdruckbereichen zur Folge hat. Dies führt zur Ausbildung von als Kavitation bezeichneten Gasblasen und Hohlräumen im flüssigen Behandlungsmedium, die für die Reinigung und/oder zur Oberflächenbehandlung des Bauteils genutzt werden können. Für eine effiziente Behandlung eignen sich Ultraschallwellen mit einem Frequenzbereich zwischen 20 kHz bis 1 MHz.

[0003] Kavitationen können transient oder stabil sein, wobei hierbei die Übergänge fließend sind. Transiente oder auch harte Kavitation entsteht, wenn in den Unterdruckbereichen der statische Druck unter den Verdampfungsdruck des flüssigen Behandlungsmediums fällt, was die Entstehung der transienten Gasblasen mit hoher Erosionswirkung zur Folge hat, die in der folgenden ansteigenden Druckphase schlagartig implodieren, wobei Druckstöße in einer Größenordnung von bis zu 1000 bar entstehen können. Ferner entstehen auch als Jets bezeichnete lokale Strömungen von solcher Energie, dass selbst metallische Bauteile erodiert werden können.

[0004] Der Behandlungsvorgang des Bauteils kann durch die Zusammensetzung des flüssigen Behandlungsmediums zusätzlich beeinflusst werden. Neben Wasser als Basisflüssigkeit lassen sich auch weitere Wirkstoffe, wie etwa eine chemisch wirkende Reinigungs- und/oder Wirksubstanz, beimischen.

[0005] Zudem ist die Entstehung der Kavitationen sowohl von der Temperatur als auch von dem Gasgehalt des flüssigen Behandlungsmediums abhängig. Da es bei einer zu starken Ausbildung der Kavitationen zu einer negativen Beeinflussung des zu behandelnden Bauteils und/oder der Aufnahmewanne kommen kann, ist ein kontrollierter Ablauf des Behandlungsvorgangs erforderlich.

[0006] Aus dem Stand der Technik sind auf einem Sekundäreffekt basierende Nachweisverfahren zur Bestimmung der Intensität der Kavitation während eines Behandlungsvorgangs allgemein bekannt. Hierbei wird, insbesondere in einem vorgelagerten Testlauf, die mechanische Zerstörung durch eine zeitliche Summation einer in einem Rahmenelement eingespannten Aluminiumfolie ermittelt. Allerdings ist dieses Nachweisverfahren, insbesondere aufgrund des zusätzlichen Testlaufs, aufwändig, erlaubt lediglich eine grobe Charakterisierung des Behandlungsvorgangs und führt ferner zu einer Verunreinigung des flüssigen Behandlungsmediums. Zudem lassen sich solche Summationsmessverfahren nicht für eine unmittelbare Beeinflussung des Behandlungsvorgangs nutzen.

[0007] Alternativ ist es aus dem Stand der Technik auch bekannt, die sich in dem flüssigen Behandlungsmedium ausbreitenden Ultraschallwellen (Druckwellen) händisch durch eine akustische Messung mittels eines tragbaren Hydrophons oder gleichwirkenden Sensorelements zu erfassen, was die mittelbare Bestimmung der sich in dem flüssigen Behandlungsmedium ausbreitenden Druckwellen ermöglicht. Das tragbare Hydrophon wird während dem Behandlungsvorgang durch entsprechend geschultes Messpersonal in der Aufnahmewanne an unterschiedliche Positionen geführt, um die erzeugten Druckwellen im flüssigen Behandlungsmedium zu erfassen, was Rückschlüsse auf die Intensität der Kavitation ermöglicht. Nachteilig bei diesem händischen, den Primäreffekt erfassenden Messverfahren sind Messungenauigkeiten, die sich aus dem manuellen Positionieren des Hydrophons in dem Behandlungsbad resultieren. Ferner ist die Aufnahmewanne bei vielen aus dem Stand der Technik bekannten Ultraschallbehandlungsvorrichtungen nicht frei zugänglich, was ein solches Vorgehen erschwert bzw. vollständig ausschließt.

[0008] Ausgehend von dem vorgenannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine gattungsbildende Ultraschallbehandlungsvorrichtung im Hinblick auf die Steuerung und Regelbarkeit zu verbes-

sern, um den Behandlungsvorgang eines Bauteils zu optimieren.

[0009] Hinsichtlich der Ultraschallbehandlungsvorrichtung wird die Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst, d. h. bei einer gattungsgemäßen Ultraschallbehandlungsvorrichtung dadurch, dass das Sensorelement ortsfest zu der Aufnahmewanne und/oder den Ultraschallerzeugungsmitteln und/oder der schallabstrahlenden Fläche angeordnet ist.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. In den Rahmen der Erfindung fallen sämtliche Kombinationen aus zumindest zwei von in der Beschreibung, den Ansprüchen und/oder den Figuren offenbarten Merkmalen.

[0011] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, ein zum zumindest mittelbaren Erfassen von Kavitationen in einem flüssigen Behandlungsmedium ausgebildetes Sensorelement ortsfest zu der das flüssige Behandlungsmedium vorhaltenden Aufnahmewanne und/oder zu Ultraschallerzeugungsmitteln und/oder zu wenigstens einer mit den Ultraschallerzeugungsmitteln in Wirkverbindung stehenden schallabstrahlenden Fläche anzuordnen, um zumindest mittelbar die Kavitation während einem Behandlungsvorgang eines zu behandelnden Bauteils (Behandlungsgut) zur Oberflächenbearbeitung und/oder Reinigung zu erfassen.

[0012] Bei einer bevorzugten Ausbildung ist das Sensorelement als Hydrophon ausgebildet, um den sich in dem flüssigen Behandlungsmedium ausbildenden Wechseldruck (Druckwellen) der sich im Behandlungsbad ausbreitenden Schallwellen an einer festen und/oder konstanten Position in der Aufnahmewanne zu erfassen.

[0013] Weiterbildend wird in diesem Zusammenhang in dem Sensorelement ein piezo-elektrischer Effekt ausgenutzt, um die Druckwellen des Schallfeldes innerhalb des flüssigen Behandlungsmediums in eine äquivalente elektrische Spannung umzuwandeln, die anschließend messtechnisch auswertbar ist. Alternativ ist auch eine Ausbildung des Sensorelements als faseroptisches Hydrophon zweckmäßig, wobei der Brechungsindex der Faser druckabhängig ist, weshalb mittels des Sensorelements der Druck innerhalb des flüssigen Behandlungsmediums messtechnisch erfassbar wird.

[0014] Alternativ ist auch eine Ausführungsform des Sensorelements zweckmäßig, in der durch das Sensorelement ein Kavitationsrauschen im flüssigen Behandlungsmedium erfasst wird. Hierbei wird sich vorteilhaft zu Nutze gemacht, dass sich nach dem Ausbilden von Kavitation in dem flüssigen Behandlungsmedium, also unmittelbar vor dem Kollaps (Implosion) der Gasblasen, eine erhöhte Subharmonische ausbildet, die messtechnisch erfassbar ist. Auch dieser Effekt ermöglicht die Bestimmung der Kavitation messtechnisch zu erfassen, wenn hierbei auch keine detaillierte Aussage über die Intensität der Kavitationen möglich ist.

[0015] Zusammenfassend ist es erfindungsgemäß vorgesehen, eine eine Aufnahmewanne mit einem flüssigen Behandlungsmedium umfassende Ultraschallbehandlungsvorrichtung mit einem ortsfesten Sensorelement auszustatten, wobei das Sensorelement in einer festen Position in oder an der Aufnahmewanne angeordnet ist und/oder ortsfest zu den Ultraschallerzeugungsmitteln und/der der schallabstrahlenden Fläche angeordnet ist, um zumindest mittelbar die sich in dem flüssigen Behandlungsmedium durch die erzeugten Ultraschallwellen ausbildenden Kavitationen zu erfassen. Dies hat den Vorteil, dass die sich in dem flüssigen Behandlungsmedium ausbildenden Kavitationen während des Behandlungsvorgangs durch das Sensorelement stets an der gleichen Position zumindest mittelbar erfassen lassen. Ferner kann der Messvorgang kontinuierlich während des Behandlungsvorgangs durchgeführt werden, um insbesondere unmittelbar Einfluss auf die erzeugten Kavitationen zu nehmen.

[0016] In einer ersten Ausführungsform der Erfindung wird das Sensorelement durch eine harte und/oder dämpfungsarme Verbindung als integraler Bestandteil der Aufnahmewanne ausgebildet. Hierbei kann die Verbindung als in der Aufnahmewanne vorgesehener Durchbruch oder als Vertiefung ausgebildet sein, wobei das Sensorelement bevorzugt teilweise von der Aufnahmewanne aufgenommen wird, also lediglich eine Stirnfläche des Sensorelements in Kontakt zu dem flüssigen Behandlungsmedium kommt.

[0017] Bevorzugt ist in diesem Zusammenhang auch eine Ausführungsform zweckmäßig, in der das Sensorelement eine Schallaufnahmefläche umfasst, die wenigstens bereichsweise durch die Aufnahmewanne ausgebildet ist. Dies ermöglicht eine einfache, robuste und zuverlässige Realisierung des ortsfesten Sensorelements. Ferner wird durch die Vertiefung und/oder den Durchbruch die mechanische Belastung auf das Sensorelements durch induzierte Kavitation und/oder die chemische Belastung durch das flüssige Behandlungsmedium verringert, da lediglich eine Stirnfläche des Sensorelements in direkten Kontakt mit dem flüssigen Behandlungsmedium tritt, was eine das Messergebnis negativ beeinflussende Beschädigung oder ein Ausfall des Sensorelements zusätzlich verhindert und/oder zumindest verzögert.

[0018] In einer alternativen Ausführungsform ist das Sensorelement an der Außenseite der Aufnahmewanne stoffschlüssig angeordnet, wodurch eine dämpfungsfreie Kopplung des Sensorelements mittels zumindest eines Teilbereichs der Aufnahmewanne ermöglicht wird. Das stoffschlüssige Anordnen kann durch eine geklebte und/oder vulkanisierte Verbindung realisiert sein. Alternativ ist auch eine gleichwirkende Verbindungsart zweckmäßig, falls im ausgehärteten Zustand eine gewisse Härte und/oder Festigkeit realisiert wird, um eine dämpfungsfreie oder zumindest dämpfungsarme Kopplung des Sensorelements mit der Aufnahmewanne zu ermöglichen. Vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, dass das Sensorelement nicht mit dem flüssigen Behandlungsmedium in Kontakt kommt, weshalb auch eine Beschädigung und/oder negative Beein-

flussung des Sensorelements durch das flüssige Behandlungsmedium oder durch die im flüssigen Behandlungsmedium erzeugte Kavitationen vollständig verhindert werden kann. Ein entsprechend ausgebildetes Sensorelement ermöglicht eine zuverlässige sowie kostengünstige Realisierung, da bei der Materialauswahl der Einfluss des flüssigen Behandlungsmediums und/oder der ultraschallinduzierten Kavitationen nicht berücksichtigt werden muss. Ferner besteht auch nicht die Gefahr einer Leckage in der Aufnahmewanne an einem für das Sensorelement vorgesehenen Durchbruch, insbesondere durch ein poröses Dichtungselement, was einen Verlust des flüssigen Behandlungsmediums zu Folge hätte.

[0019] Weiterbildend ist es vorgesehen, dass das Sensorelement piezo-elektronische Mittel umfasst, wobei es weiter bevorzugt ist, wenn die piezo-elektrischen Mittel zum Erfassen der sich in dem flüssigen Behandlungsmedium ausbreitenden Druckwellen schwingfähig ausgebildet sind. Hierbei kann sich ein piezo-elektrischer Effekt zu Nutze gemacht werden, um den sich im flüssigen Behandlungsmedium durch die erzeugten Druckwellen ausbildenden Wechseldruck in eine äquivalente elektrische Wechselspannung umzuwandeln, die dann geeignet messtechnisch erfassbar und auswertbar ist. Dies ermöglicht eine kostengünstige Umsetzung des Sensorelements bei gleichzeitig geringem Wartungsaufwand. In diesem Zusammenhang ist es weiter bevorzugt, wenn das Sensorelement einen Analog-Digital-Wandler (AD-Wandler) umfasst, um das vom Sensorelement erzeugte analoge Ausgangssignal, insbesondere ein Ausgangsspannungssignal, abzutasten und in einen digitalen Messwert umzuwandeln, wodurch eine zuverlässig Übertragung des digitalen Messwertes zu einem endseitig vorgesehenen Kommunikationspartner ermöglicht wird. Weiterbildend ist hierbei eine Realisierung des AD-Wandlers aus einem standardisierten Bauteilgehäuse zweckmäßig, was die technische Realisierung zu geringen Anschaffungskosten ermöglicht, da etablierte und zudem auch erprobte Technik genutzt werden kann. Ferner sind Kommunikationsleitungen zum Übermitteln von digitalisierten Signalen wesentlich robuster gegenüber sich einkoppelnden Störgrößen (insbesondere elektromagnetischen Störfeldern), wodurch die Fehler- und Ausfallrate reduziert werden kann.

[0020] In einer Weiterbildung der Erfindung sind die Ultraschallerzeugungsmittel sowie das Sensorelement durch eine einzige Funktionseinheit ausgebildet. Eine solche Integralbauweise wird durch einen zwei Betriebsmodi aufweisenden getakteten Betrieb der Funktionseinheit ermöglicht, wobei in einem ersten Betriebsmodus Ultraschallwellen erzeugt werden, die über eine vorgesehene (schallabstrahlende) Fläche an das flüssige Behandlungsmedium übertragen werden und in einem zweiten Betriebsmodus Ultraschallwellen in dem flüssigen Behandlungsmedium mittels der gleichen (schallaufnehmenden) Fläche erfasst werden, die dann geeignet messtechnisch ausgewertet werden.

[0021] Beim Betrieb der Ultraschallbehandlungsvorrichtung lassen sich beide Betriebsmodi alternierend aktivieren, wobei bedarfsabhängig auch eine entsprechende zeitliche Gewichtung zwischen beiden Betriebsmodi vorteilhaft berücksichtigt werden kann. Hierdurch lassen sich, insbesondere durch eine reduzierte Anzahl an Einzelbauteilen, Kostenvorteile realisieren. Ferner führt dies zu einem reduzierten Montageaufwand. Besonders vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang, wenn die Funktionseinheit stoffschlüssig an der Außenseite der Aufnahmewanne angeordnet ist, wodurch die schallabstrahlende bzw. schallaufnehmende Fläche zumindest bereichsweise durch die Aufnahmewanne ausgebildet ist.

[0022] Weiterbildend ist es vorgesehen, dass die Ultraschallbehandlungsvorrichtung wenigstens zwei Sensorelemente umfasst, um wenigstens mittelbar die in dem flüssigen Behandlungsmedium schallinduzierten Kavitationen an zwei voneinander beabstandeten Positionen im Behandlungsbad zu ermitteln. Durch eine geeignete Auswertung erlaubt dies eine höhere Messauflösung, da durch die wenigstens zwei Sensorelemente auch eine Flächenmessung und/oder auch eine Volumenmessung durchführbar ist. Weiterbildend ist es vorgesehen, dass das Sensorelement oder dass die beiden Sensorelemente mittels Datenübertragungsmittel mit Auswertemitteln verbunden sind, um die mittels der Sensorelemente ermittelten Daten auszuwerten, Rückschlüsse auf die sich im flüssigen Behandlungsmedium ausbildenden Druckwellen zu gewinnen oder die (ultraschall-)induzierten Kavitationen zu bestimmen.

[0023] Weiterbildend ist es vorgesehen, dass die Ultraschallbehandlungsvorrichtung Steuermittel umfasst, die mit den Auswertemitteln datentechnisch in Wirkverbindung stehen. Da die Steuermittel zum Ansteuern und/oder Beeinflussen der elektrischen Ansteuermittel ausgebildet sind, können die sich in dem flüssigen Behandlungsmedium ausbildenden Druckwellen oder die in dem flüssigen Behandlungsmedium schallinduzierten Kavitationen unmittelbar beeinflusst werden. Mit anderen Worten wird hierdurch ein geschlossener Regelkreis realisiert, in dem der mittels der induzierten Kavitationen durchgeführte (mechanische) Behandlungsvorgang kontinuierlich überwacht und unmittelbar beeinflusst werden kann. Hierbei ist es möglich den Behandlungsvorgang durch bestimmte Stellgrößen, wie etwa die Frequenz der mittels der Ultraschallerzeugungsmittel erzeugten Ultraschallwellen, deren Amplituden- und/oder Frequenzmodulation, oder auch mittels der Temperatur des flüssigen Behandlungsmediums, der chemischen Zusammensetzung des flüssigen Behandlungsmediums und/oder mittels des Gasgehalts im flüssigen Behandlungsmedium zu beeinflussen.

[0024] Weiterbildend sind die Steuermittel so ausgebildet, dass in Abhängigkeit der mittels der Sensorelemente erfassten Messwerte und/oder der daraus bestimmten Messdaten und/oder einer Benutzerinteraktion wenigstens ein Prozess auslösbar und/oder beeinflussbar und/oder beendbar ist. Im Rahmen der Erfindung wird unter einem Prozess insbesondere das Erzeugen

der Kavitation mit einer bestimmten Intensität verstanden. Alternativ kann ein Prozess auch durch das Einführen und/oder Entfernen des zu behandelnden Bauteils aus dem flüssigen Behandlungsmedium durch eine automatisierte Handhabungsvorrichtung (Roboterarm) verwirklicht sein. Ferner kann als Prozess auch ein Behandlungsphase verstanden werden, in der die Frequenz der erzeugten Ultraschallwellen über einen festgelegten Bereich variiert wird.

[0025] In einer Weiterbildung ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Steuermittel zum Ansteuern von Peripheriemitteln ausgebildet sind. Die Peripheriemittel sind bevorzugt durch eine drehzahlregelbare Förderpumpe zur Förderung des flüssigen Behandlungsmediums ausgebildet, weiter bevorzugt durch ein Kühl- und/oder Heizgerät zum Temperieren des flüssigen Behandlungsmediums ausgebildet. Ferner können die Peripheriemittel auch durch eine Handhabungsvorrichtung realisiert sein, die zum Eintauchen und zur Entnahme des wenigstens einen Bauteils aus dem Behandlungsbad ausgebildet ist. Weiterbildend können die Peripheriemittel auch durch automatisiert bedienbare Abdeckmittel der Aufnahmewanne realisiert sein, um vor dem Start eines Behandlungsvorgangs die Aufnahmewanne zu verschließen.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst die Ultraschallbehandlungsvorrichtung zum Erfassen und Abspeichern von Betriebsparametern eine Speichermittel aufweisende Protokollierungseinheit, die datentechnisch mit sämtlichen Sensorelementen und/oder mit den Ultraschallerzeugungsmitteln und/oder mit den Peripheriemitteln in Wirkverbindung steht. Dies ermöglicht einen umfangreichen und beliebig gestaltbaren Auswertprozess des Behandlungsvorgangs, um zusätzliche Optimierungen vorzusehen. Ferner ermöglichen die Speichermittel eine umfangreiche Dokumentation eines Behandlungsvorgangs, was bei der industriellen Reinigung als Qualitätsnachweis dient oder eine nachträgliche Analyse des Behandlungsvorgangs ermöglicht, insbesondere um die Ursache von bestimmten Problemen und/oder Effekten zu identifizieren.

[0027] Besonders bevorzugt ist auch eine Ausgestaltung der Erfindung, bei der das Sensorelement ein Gehäuseelement aus Edelstahl und/oder Keramik umfasst. Eine solche Materielauswahl bietet den Vorteil, dass nicht nur eine dämpfungsarme Kopplung aufgrund der hohen Materialhärte des Gehäuseelements realisierbar ist, sondern auch dass das Gehäuseelement robust gegenüber dem gegebenenfalls chemisch wirkenden flüssigen Behandlungsmedium und/oder gegenüber einer mechanischen Belastung der in dem flüssigen Behandlungsmedium induzierten Kavitationen ist. Ferner ist es zweckmäßig, wenn das Gehäuseelement zum Messen des Füllstandes des flüssigen Behandlungsmedium in der Aufnahmewanne Füllstanderfassungsmittel und/oder zum Messen der Temperatur und/oder des elektrischen Leitwerts des flüssigen Behandlungsmediums Zustandserfassungsmittel umfasst. Durch diese vorteilhafte Ausgestaltung des ortsfesten Sensorelements kann durch die zusätzlich erfassten Messwerte die Behandlung des Bauteils weiter optimiert werden.

[0028] Ganz besonders bevorzugt ist es zudem auch, wenn die Aufnahmewanne der Ultraschallbehandlungsvorrichtung Abdeckmittel aufweist, wobei es weiter bevorzugt ist, wenn mittels einer Sensoreinheit der geschlossene und/oder der geöffnete Zustand der Abdeckmittel erfassbar ist. Dies verhindert zum einen eine ungewollte Entnahme und/oder Zugabe des zu behandelnden Bauteils in das Behandlungsbad. Ferner stellen die Abdeckmittel auch eine Schutzvorkehrung dar, da verhindert wird, dass das Bauteil vor dem Abschluss eines vollständigen Behandlungsvorgangs unberechtigt aus dem flüssigen Behandlungsmedium entfernt wird.

[0029] Weiterbildend ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass das ortsfest angeordnete Sensorelement und/oder die Auswertemittel zum Erfassen und Verarbeiten von Kalibrierungsdaten Kalibrierungsmittel umfassen. In diesem Zusammenhang ist es weiterbildend vorgesehen, dass die Kalibrierungsdaten durch eine in dem flüssigen Behandlungsmedium durchgeführte Messung mittels eines mobilen Hydrophons od. gleichwirkenden Sensorelement ermittelt werden, wobei durch, insbesondere kabelgebundene, Kommunikationsmittel die Übertragung der erfassten Messwerte an die Kalibrierungsmittel ermöglicht wird. Alternativ ist es auch zweckmäßig, wenn die erfassten Messwerte und/oder die daraus abgeleiteten Kalibrierungsdaten für die Kalibrierung des ortsfesten Sensorelements manuell von Messpersonal, insbesondere durch vorgesehene Eingabe- und/oder Anschlussmittel an die Kalibrierungsmittel übermittelt werden.

[0030] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen.

[0031] Die zeigen in:

Fig. 1 eine Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Ultraschallbehandlungsvorrichtung in perspektivischer Ansicht,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Ultraschallbehandlungsvorrichtung aufweisend Ultraschallerzeugungsmittel sowie ein eigens ausgebildetes und ortsfest zur Aufnahmewanne angeordnetes Sensorelement zum mittelbaren Erfassen der schallinduzierten Kavitationen und in

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Weiterbildung der Ultraschallbehandlungsvorrichtung, wobei das Sensorelement sowie die Ultraschallerzeugungsmittel als integrale Funktionseinheit in einem monolithischen Bauteilkörper realisiert sind.

[0032] Gleiche Elemente sowie Elemente mit gleicher Funktion sind in den Figuren mit den gleichen Bezugsziffern versehen.

[0033] Die Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäß ausgebildeten Ultraschallbehandlungsvorrichtung 1 zum Behandeln von wenigstens einem in ein flüssiges Behandlungsmedium 2 eingetauchten Bauteil 3, das nicht in der Fig. 1 abgebildet ist. Die dargestellte Ultraschallbehandlungsvorrichtung 1 umfasst eine Aufnahmewanne 4, die ein Behandlungsbad aus einem flüssigen Behandlungsmedium 2 aufnimmt. Die Aufnahmewanne 4 weist eine das flüssige Behandlungsmedium 2 begrenzende Innenseite 5 sowie eine auf der zur Innenseite abgewandten Seite angeordnete Außenseite 6 auf. Ferner umfasst die Ultraschallbehandlungsvorrichtung 1 zweiteilig ausgebildete Ultraschallerzeugungsmittel 7, die im Bodenbereich der Aufnahmewanne 4 sowie an einer Seitenfläche der Aufnahmewanne 4 angeordnet sind, weshalb sie in der perspektivischen Ansicht in der Fig. 1 von den Verkleidungselementen verdeckt werden und daher lediglich schematisch mittels gestrichelten Linien in der Fig. 1 dargestellt sind. Die Ultraschallerzeugungsmittel 7 stehen jeweils mit einer schallabstrahlenden Fläche 8 in Wirkverbindung und können mittels elektrischen Ansteuermitteln 9 derart versorgt und angesteuert werden, dass sich in dem flüssigen Behandlungsmedium 2 Ultraschallwellen als Druckwellen ausbreiten. Durch die Druckwellen entstehen Bereiche in denen der statische Druck des flüssigen Behandlungsmediums 2 unterschritten wird, weshalb es zur Ausbildung der Kavitation kommt, die unter Einwirkung des wieder ansteigenden Drucks implodieren, wodurch das mechanische Reinigen und/oder Oberflächenbehandeln des wenigstens einen in das flüssige Behandlungsmedium 2 eingetauchten Bauteils 3 ermöglicht wird.

[0034] Zudem umfasst die Ultraschallbehandlungsvorrichtung 1 ein Sensorelement 10 zum zumindest mittelbaren Erfassen der in dem flüssigen Behandlungsmedium 2 mittels der zweiteiligen Schallerzeugungsmittel 7 induzierten Kavitationen, wobei erfindungsgemäß das ein Gehäuseelement 17 aus Stahl und/oder Keramik umfassende Sensorelement 10 ortsfest zur Aufnahmewanne 4 mittels einer dämpfungsarmen Verbindung 11 angeordnet ist. In der dargestellten Ausführungsform der Erfindung sind die Ultraschallerzeugungsmittel 7 und somit auch das Sensorelement 10 auch ortsfest zu den beiden schallabstrahlenden Fläche 8 und der Aufnahmewanne 4 angeordnet. Ferner umfasst das Sensorelement 10 Speichermittel umfassende Kalibrierungsmittel 25 zum Beeinflussen der mittels des Sensorelements 10 erfassten Messwerte anhand von in den Speichermitteln von Messpersonal hinterlegten Kalibrierungsdaten, was eine Verbesserung der Messung ermöglicht.

[0035] Im Betrieb wird zunächst wenigstens ein zu behandelndes Bauteil 3 in das Behandlungsbad eingetaucht, bis es vollständig von dem flüssigen Behandlungsmedium 2 umschlossen wird. Dies kann manuell (händisch) oder mittels eines nicht grafisch dargestellten Handhabevorrichtung erfolgen.

[0036] Nach dem vollständigen Eintauchen des wenigstens einen Bauteils 3 wird die Aufnahmewanne 4 durch vorgesehene Abdeckmittel 23 verschlossen, wodurch eine unberechtigte Entnahme des wenigstens einen Bauteils 3 während eines aktiven Behandlungsvorgangs verhindert werden kann.

[0037] Zum Starten des Behandlungsvorgangs werden die elektrischen Ansteuermittel 9 bestromt und somit aktiviert, um mittels der Ultraschallerzeugungsmittel 7 Ultraschallwellen zu erzeugen, die über die schallabstrahlende Fläche 8 in das flüssige Behandlungsmedium 2 einkoppelbar sind. Die erzeugten Ultraschallwellen durchdringen das flüssige Behandlungsmedium 2 in Form von Druckwellen, was die Entstehung von Bereichen mit unterschiedlichen Druckverhältnissen zur Folge hat. In den Bereichen mit einem tiefen Druck kann es somit zur Ausbildung von als Kavitation bezeichneten Gasblasen kommen, die in Folge des wieder ansteigenden Drucks unter der Entstehung von großen Kräften implodieren. Durch diesen Effekt wird das mechanische Behandeln des wenigstens einen Bauteils 3 ermöglicht, da sich hierdurch von der Oberfläche des wenigstens einen Bauteils 3 Schmutzpartikel und/oder Filmreste lösen lassen.

[0038] Durch das erfindungsgemäß ortsfest zur Aufnahmewanne 4 vorgesehene Sensorelement 10 können die sich im flüssigen Behandlungsmedium 2 ausbreitenden Druckwellen kontinuierlich erfasst werden, wodurch sich Rückschlüsse auf die sich ausbildenden Kavitationen in Bezug auf die Anzahl sowie die Intensität ziehen lassen. Dies ermöglicht es, während dem Behandlungsvorgang die erzeugten Kavitationen zu überwachen. Ferner hat dies den Vorteil, dass die Beschädigung des wenigstens einen Bauteils 3 aufgrund von einer zu starken Intensität der Kavitationen verhindert werden kann.

[0039] In der Fig. 2 ist eine schematische Darstellung einer weiteren Ultraschallbehandlungsvorrichtung 1 dargestellt. Die das flüssige Behandlungsmedium 2 beinhaltende Aufnahmewanne 4 begrenzt mit ihrer Innenseite 5 das Behandlungsbad. In das Behandlungsbad wird das zu behandelnde Bauteil 3 vollständig eingetaucht, wodurch es von dem flüssigen Behandlungsmedium 2 vollständig umschlossen wird. An der Unterseite der Aufnahmewanne 4 sind die Ultraschallerzeugungsmittel 7 angeordnet, die in Wirkverbindung zu einer schallabstrahlenden Fläche 8 angeordnet sind und durch die die mittels der elektrischen Ansteuermittel 9 mit den Ultraschallerzeugungsmitteln 7 erzeugten Ultraschallwellen in das flüssige Behandlungsmedium 2 eingekoppelt werden.

[0040] Ferner zeigt die Fig. 2 die Abdeckmittel 23 zum vollständigen oder teilweisen Verschließen der Aufnahmewanne 4. An einer Seitenfläche der Aufnahmewanne 4 ist an der Außenseite 6 der Aufnahmewanne 4 das Sensorelement 10 stoffschlüssig angeordnet. Das Sensorelement 10 umfasst piezo-elektronische Mittel 12, die dazu ausgebildet sind, die sich im flüssigen Behand-

lungsmedium 2 ausbreitenden Druckwellen zu erfassen und in ein entsprechend auswertbares Spannungssignal umzuwandeln. Das Spannungssignal kann an einem vorgesehnen Abgriff 13 durch Datenübertragungsmittel 14 ausgelesen werden. In diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, wenn das Sensorelement 10 einen AD-Wandler 15 umfasst, wodurch eine digitale Datenübertragung mittels der Datenübertragungsmittel 14 ermöglicht wird. Dies bietet den Vorteil, dass mittels des Sensorelements 10 erfasste Messwerte digitalisiert an die Auswertemittel 18 übertragbar sind, um dort die sich in dem flüssigen Behandlungsmedium 2 ausbildenden Druckwellen und somit auch die induzierten Kavitationen zu erfassen und/oder zu bestimmen. Den Auswertemitteln 18 ist eine Protokollierungseinheit 22 datentechnisch zugeordnet, die Speichermittel 21 umfasst und es somit ermöglicht, die erfassten Messwerte für Dokumentations- und Auswertezwecke sicher abzuspeichern. Ferner ist es auch möglich, Daten, die mittels der Auswertemittel 18 erfasst und bestimmt wurden, auch in der Protokollierungseinheit 22 mittels der Speichermittel 21 für Nachweiszwecke anzulegen und/oder diese über eine geeignete Schnittstelle zur Verfügung zu stellen.

[0041] In der Fig. 3 ist eine schematische Darstellung einer weiteren bevorzugten Ultraschallbehandlungsvorrichtung 1 abgebildet. Die in der Fig. 3 dargestellte Ultraschallbehandlungsvorrichtung 1 umfasst eine Aufnahmewanne 4 zur Aufnahme eines Behandlungsbad aus dem flüssigen Behandlungsmedium 2, in das wenigstens ein Bauteil 3 eintauchbar ist.

[0042] Ferner weist die in der Fig. 3 gezeigte Ausführungsform der Ultraschallbehandlungsvorrichtung 1 Ultraschallerzeugungsmittel 7 auf , die im Bodenbereich der Aufnahmewanne 4 angeordnet sind und die in Wirkverbindung zu einer schallabstrahlenden Fläche 8 stehen, die über eine stoffschlüssige Verbindung dämpfungsarm mit der Aufnahmewanne 4 verbunden sind. Ferner sind den Ultraschallerzeugungsmitteln 7 jeweils elektrische Ansteuermittel 9 so zugeordnet, dass sich in dem flüssigen Behandlungsmedium 2 die erzeugten Ultraschallwellen in Form von Druckwellen ausbreiten.

[0043] Zudem sind bei der in der Fig. 3 dargestellten Ausführungsform der Ultraschallbehandlungsvorrichtung 1 das Sensorelement 10 sowie die Ultraschallerzeugungsmittel 7 als Funktionseinheit 16 ausgebildet. Somit verfügt die Ultraschallbehandlungsvorrichtung 1 über zwei Sensorelemente 10, was zu einer wesentlichen Verbesserung bei der Erfassung und Auswertung der mittels der Sensorelemente 10 erfassten Messwerte zur Bestimmung der Kavitationen führt.

[0044] Durch die beiden Funktionseinheiten 16 kann die Anzahl der Bauteilkomponenten der erfindungsgemäßen Ultraschallbehandlungsvorrichtung 1 deutlich reduziert werden. Ermöglicht wird dies, da die Funktionseinheit 16 über zwei Betriebsmodi verfügt. In dem ersten Betriebsmodus arbeitet die Funktionseinheit 16 im Sinne der Ultraschallerzeugungsmittel 7, weshalb durch die in der Funktionseinheit 16 angeordneten piezo-elektronischen Mittel 12 Ultraschallwellen erzeugbar sind, die in das flüssige Behandlungsmedium 2 einkoppelbar sind und sich dort als Druckwellen ausbreiten, um die Entstehung der Kavitationen für den durchzuführenden Behandlungsvorgang zu bewirken. In dem zweiten Betriebsmodus der Funktionseinheit 16 wird die schallabstrahlende Fläche 8 nicht aktiv zur Ultraschallerzeugung angeregt, sondern es wird vielmehr die schallabstrahlende Fläche 8 als schallaufnehmende Fläche umfunktioniert, um mittels den piezo-elektrischen Mitteln 12 die sich im flüssigen Behandlungsmedium 2 ausbreitenden Druckwellen wieder zu erfassen und messtechnisch auszuwerten. Hierfür sind Auswertemittel 18 vorgesehen, die datentechnisch mit den beiden Funktionseinheiten 16 über jeweils eigenständig ausgebildete Datenübertragungsmittel 14 verbunden sind.

[0045] Ferner umfasst die in der Fig. 3 dargestellte Ultraschallbehandlungsvorrichtung 1 Steuermittel 19, die mit den Auswertemitteln 18 datentechnisch in Wirkverbindung stehen, wobei es möglich ist, mittels den Steuermitteln 19 die elektrischen Ansteuermittel 9 derart zu beeinflussen, dass die mittels den Ultraschallerzeugungsmitteln 7 erzeugten Ultraschallwellen beeinflusst werden können.

[0046] Dies ermöglicht es bei der, in der Fig. 3 dargestellten Ausführungsform den Behandlungsprozess zu überwachen und zu optimieren, wobei die Entstehung der Ultraschallwellen so beeinflusst werden kann, dass ein optimaler Behandlungsvorgang ermöglicht wird. Ferner sind die Steuermittel 19 dazu ausgebildet, insbesondere in Abhängigkeit der von den Sensorelementen 10 erfassten Messwerte und/oder einer Benutzerinteraktion weitere Prozesse zu starten und/oder zu überwachen, wodurch der Behandlungsvorgang weiter verbessert werden kann und ferner auch eine möglichst gute Überwachung gegeben ist.

[0047] Schließlich sind die Steuermittel 19 dazu ausgebildet, zusätzliche Peripheriemittel 20 anzusteuern, um beispielsweise eine drehzahlregelbare Pumpe und/oder eine Heiz- und/oder Kühleinheit für das flüssige Behandlungsmedium anzusteuern. Alternativ ist es auch möglich, dass die Abdeckmittel 23 durch eine mittels der Steuermittel 19 bedienbare Sicherungseinheit gegen eine unberechtigte Bedienung gesichert werden. Ferner ist es weiterbildend vorgesehen, dass die Abdeckmittel 23 eine Sensoreinheit 24 umfassen, die den geöffneten und/oder geschlossenen Zustand der Aufnahmewanne 4 messtechnisch erfassbar und überwachbar machen. Dies ermöglicht eine umfassende Dokumentation des Behandlungsvorgangs mittels der Protokollierungsmittel 22, die ein sicheres Abspeichern der erfassten Messwerte und der ermittelten Daten in den Speichermitteln 19 ermöglichen.

[0048] Zusammenfassend ermöglicht die erfindungsgemäße Ultraschallbehandlungsvorrichtung auf überraschend einfache Weise einen Behandlungsvorgang zu optimieren, da dieser durch ortsfest vorgesehene Messtechnik nicht nur kontinuierlich überwacht werden kann,

sondern auch unmittelbar beeinflusst und insbesondere optimiert werden kann. Ferner ermöglicht dies insbesondere eine lückenlose Überwachung mit entsprechender Dokumentation des Behandlungsvorgangs, was durch entsprechend nachgelagerte Auswertearbeiten zu einer wesentlichen Verbesserung des Behandlungsvorgangs mittels der erfindungsgemäß ausgebildeten Ultraschallbehandlungsvorrichtung führt.

Bezugszeichenliste

[0049]

1	Ultraschallbehandlungsvorrichtung
2	flüssiges Behandlungsmedium
3	Bauteil
4	Aufnahmewanne
5	Innenseite
6	Außenseite
7	Ultraschallerzeugungsmittel
8	schallabstrahlende Fläche
9	elektrische Ansteuermittel
10	Sensorelement
11	dämpfungsarme Verbindung
12	piezo-elektronische Mittel
13	Abgriff
14	Datenübertragungsmittel
15	AD-Wandler
16	Funktionseinheit
17	Gehäuseelement
18	Auswertemittel
19	Steuermittel
20	Peripheriemittel
21	Speichermittel
22	Protokollierungseinheit
23	Abdeckmittel
24	Sensoreinheit
25	Kalibrierungsmittel

Patentansprüche

1. Ultraschallbehandlungsvorrichtung (1) zum Behandeln von wenigstens einem in ein flüssiges Behandlungsmedium (2) eingetauchten Bauteil (3) mittels durch Druckwellen induzierter Kavitation, mit mindestens einer ein flüssiges Behandlungsmedium (2) vorhaltender Aufnahmewanne (4), die eine das flüssige Behandlungsmedium (2) begrenzende Innenseite (5) sowie eine auf der abgewandten Seite angeordnete Außenseite (6) umfasst und in die das wenigstens eine Bauteil (3) in das flüssige Behandlungsmedium (2) eintauchbar ist, mit Ultraschallerzeugungsmitteln (7), die in Wirkverbindung zu wenigstens einer schallabstrahlenden Fläche (8) stehen, mit elektrischen Ansteuermitteln (9) zum Versorgen und/oder Ansteuern der Ultraschallerzeugungsmittel (7) zum Erzeugen von sich in dem flüssigen Behandlungsmedium (2) ausbreitenden Druckwellen, um das wenigstens eine in das flüssige Behandlungsmedium (2) eingetauchte Bauteils (3) durch mittels der Druckwellen induzierter Kavitation zu behandeln, und mit einem Sensorelement (10) zum zumindest mittelbaren Erfassen der in dem flüssigen Behandlungsmedium (2) schallinduzierten Kavitationen,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sensorelement (10) ortsfest zu der Aufnahmewanne (4) und/oder den Ultraschallerzeugungsmitteln (7) und/oder der schallabstrahlenden Fläche (8) angeordnet ist.

2. Ultraschallbehandlungsvorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sensorelement (10) durch eine harte und/oder dämpfungsarme Verbindung (11) als integraler Bestandteil der Aufnahmewanne (4) ausgebildet ist.

3. Ultraschallbehandlungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sensorelement (10) an der Außenseite (6) der Aufnahmewanne (4) stoffschlüssig angeordnet ist.

4. Ultraschallbehandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sensorelement (10) piezo-elektronische Mittel (12) umfasst, wobei die piezo-elektronischen Mittel (12) zum Erfassen der sich in dem flüssigen Behandlungsmedium (2) ausbreitenden Druckwellen bevorzugt schwingfähig ausgebildet sind.

5. Ultraschallbehandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sensorelement (10) an einem vorgesehenen Abgriff (13) ein, insbesondere mittels Datenübertragungsmittel (14) datentechnisch auslesbares Sensorausgangssignal bereitstellt und/oder dass das Sensorelement (10) zur Digitalisierung eines analogen Messsignals einen AD-Wandler (15) umfasst.

6. Ultraschallbehandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ultraschallerzeugungsmittel (7) und das Sensorelement (10) als eine Funktionseinheit (16) ausgebildet sind.

7. Ultraschallbehandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Ultraschallbehandlungsvorrichtung (1) wenigstens zwei Sensorelemente (10A) zum zumindest mittelbaren Erfassen der in dem flüssigen Behandlungsmedium (2) schallinduzierten Kavitationen umfasst, wobei die wenigstens zwei Sensorelemente (10A) bevorzugt an zwei zueinander beabstandeten Positionen angeordnet sind.

8. Ultraschallbehandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sensorelement (10) oder die wenigstens zwei Sensorelemente (10) über Datenübertragungsmittel (14) mit Auswertemitteln (18) zum Erfassen und Auswerten von sich in dem flüssigen Behandlungsmedium (2) ausbildenden Druckwellen und/oder von schallinduzierten Kavitationen in Wirkverbindung stehen.

9. Ultraschallbehandlungsvorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ultraschallbehandlungsvorrichtung (1) Steuermittel (19) umfasst, die mit den Auswertemitteln (18) datentechnisch in Wirkverbindung stehen, wobei die Steuermittel (19) zum Ansteuern und/oder Beeinflussen der elektrischen Ansteuermittel (9) ausgebildet sind, derartig, dass die mittels der Ultraschallerzeugungsmittel (7) in dem flüssigen Behandlungsmedium (2) ausbildbaren Druckwellen und/oder die schallinduzierbaren Kavitationen beeinflussbar sind.

10. Ultraschallbehandlungsvorrichtung nach 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuermittel (19) derart ausgebildet sind, dass in Abhängigkeit von erfassten Messwerten oder einer Benutzerinteraktion wenigstens ein Prozess auslösbar und/oder beeinflussbar und/oder beendbar ist.

11. Ultraschallbehandlungsvorrichtung nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuermittel (19) zum Ansteuern von Peripheriemitteln (20) ausgebildet sind.

12. Ultraschallbehandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ultraschallbehandlungsvorrichtung (1) zum Erfassen und Abspeichern von Daten eines Speichermittels (21) umfassende Protokollierungseinheit (22) umfasst.

13. Ultraschallbehandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sensorelement (10) ein Gehäuseelement (17) aus Edelstahl und/oder Keramik umfasst, wobei in dem Gehäuseelement (17) neben dem Sensorelement (10) insbesondere auch Füllstanderfassungsmittel zur Erfassung des Füllstandes des flüssigen Behandlungsmediums in der Aufnahmewanne und/oder Zustandserfassungsmittel zum Erfassen von Parametern, insbesondere der Temperatur und/oder des elektrischen Leitwerts des flüssigen Behandlungsmediums angeordnet sind.

14. Ultraschallbehandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Aufnahmewanne (4) Abdeckmittel (23) zum vollständigen oder teilweisen Verschließen der Aufnahmewanne (4) umfasst, wobei mittels einer Sensoreinheit (24) der geschlossene Zustand datentechnisch erfassbar ist.

15. Ultraschallbehandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Sensorelement (10) und/oder die Auswertemittel (18) Kalibrierungsmittel (25) umfassen, zum Erfassen und Verarbeiten von, insbesondere mittels einem tragbaren Hydrophon erfassten Kalibrierungsdaten des flüssigen Behandlungsmediums (2).

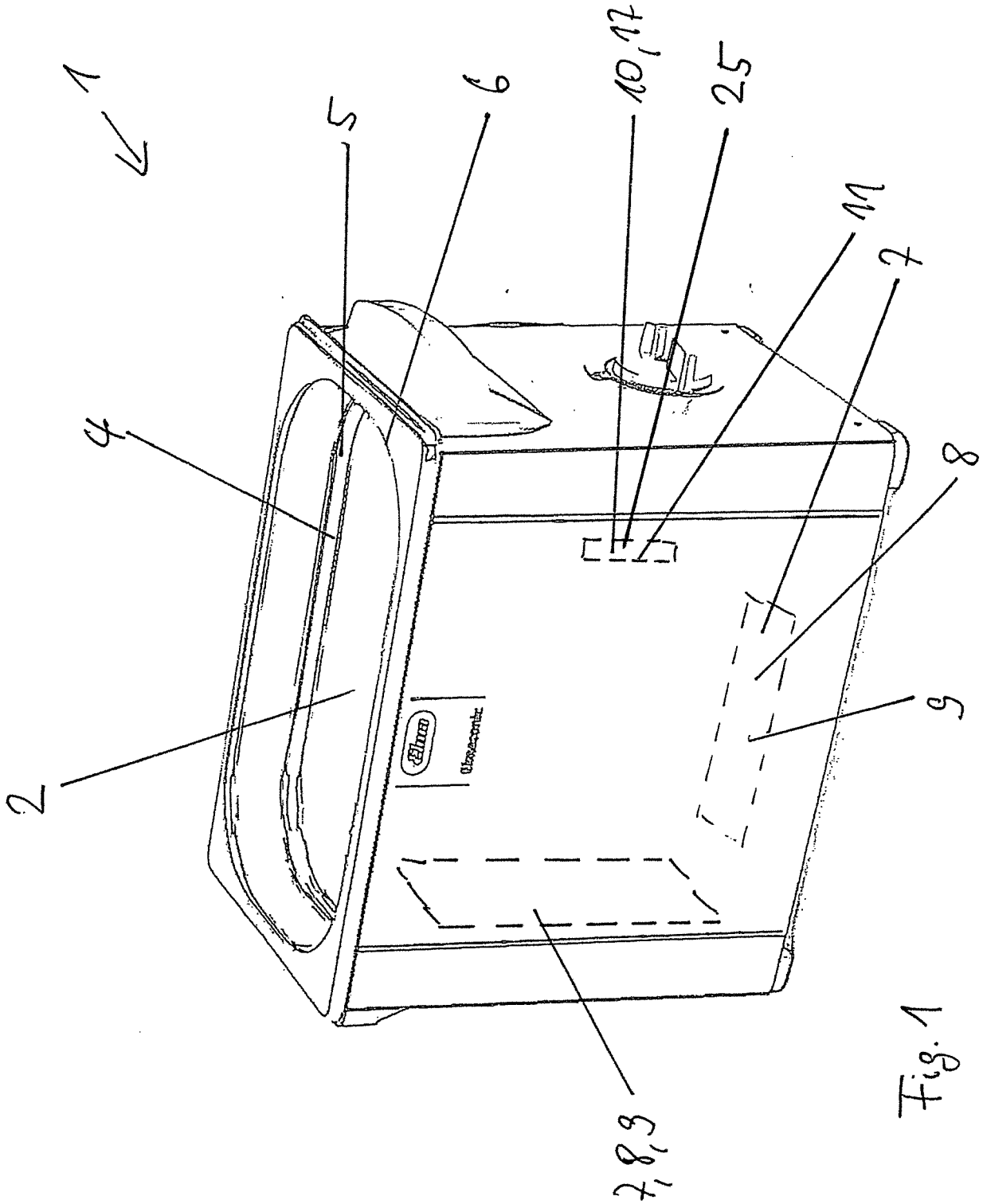


Fig. 1

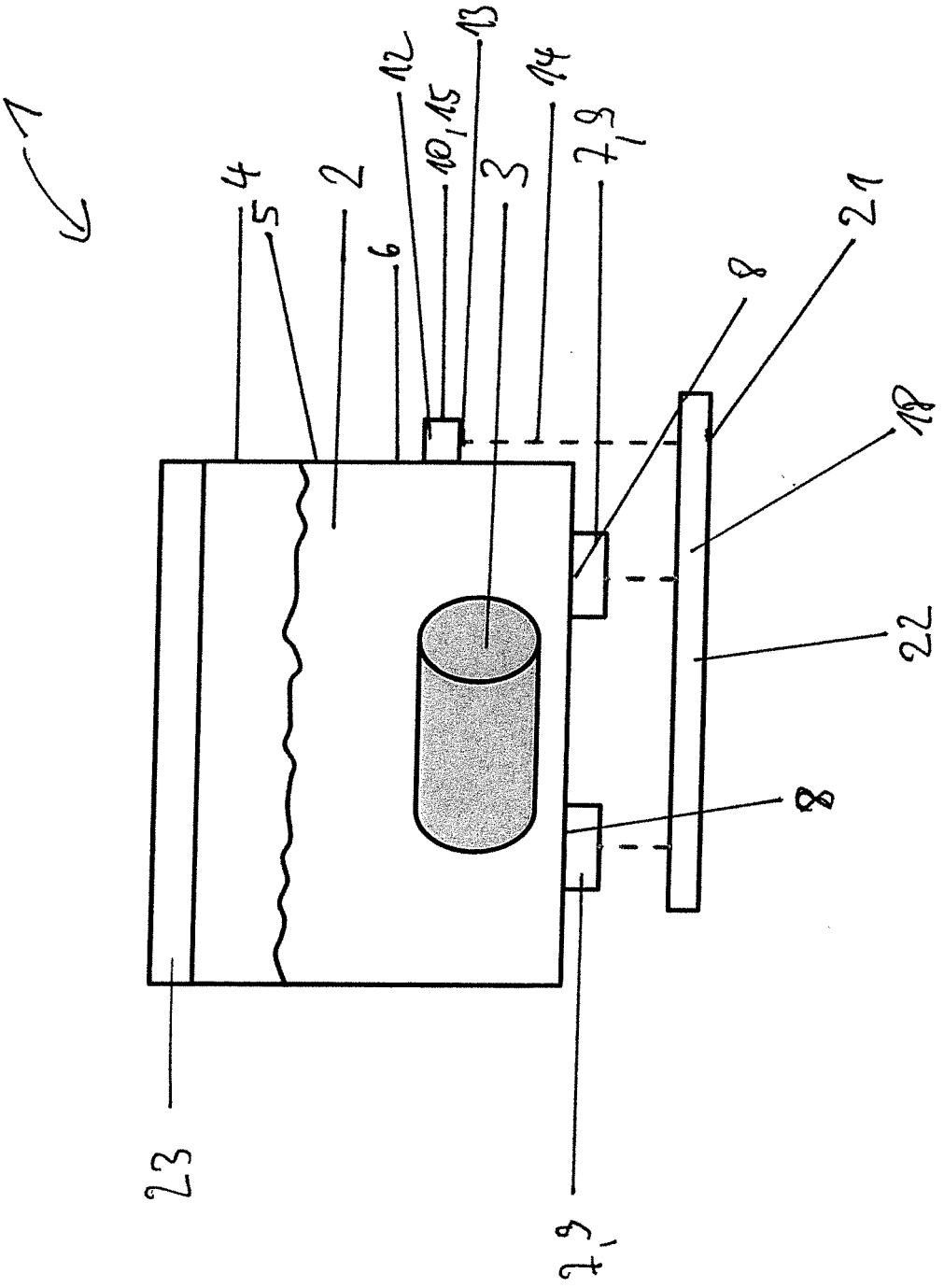


Fig. 2

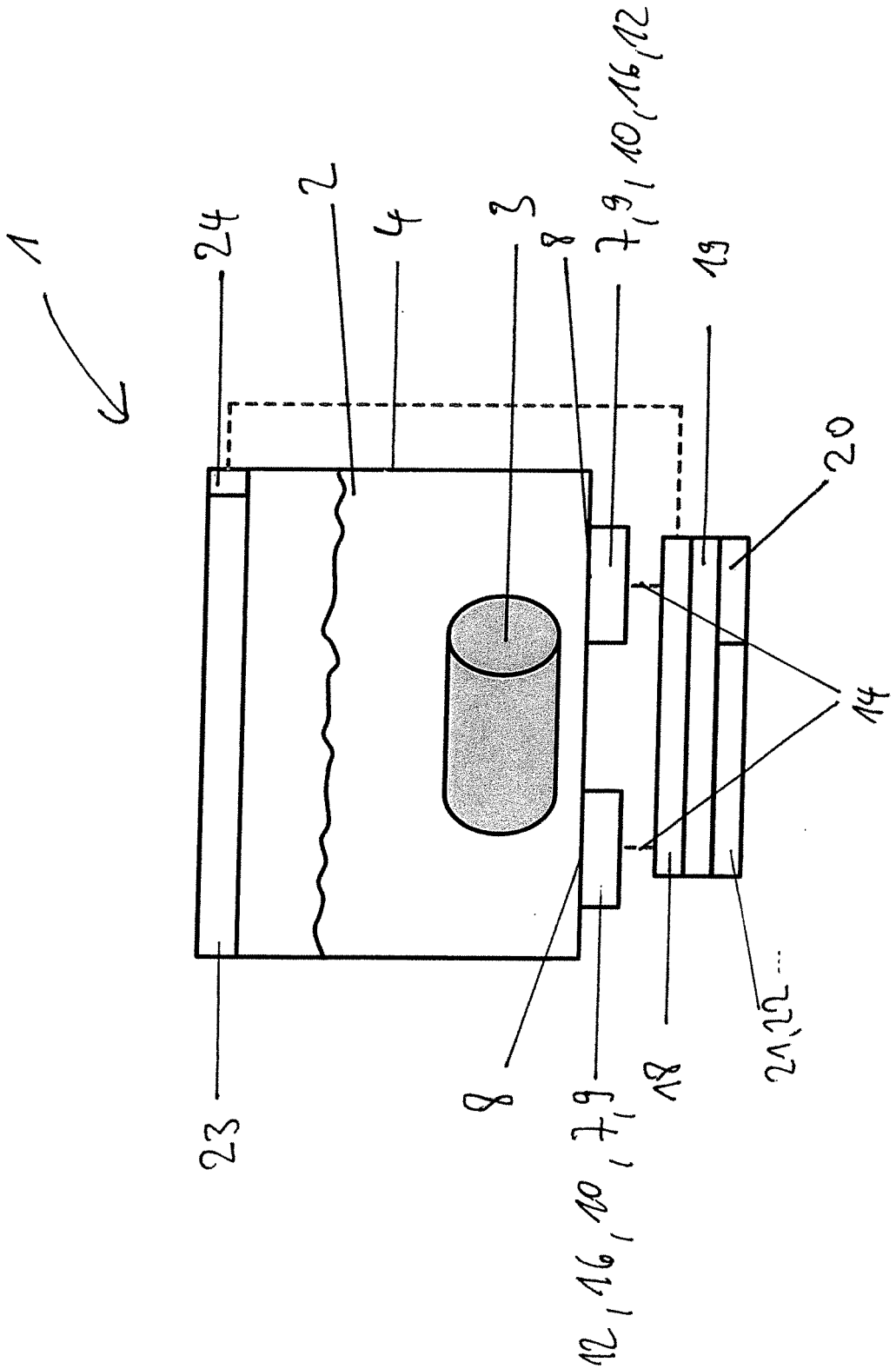


Fig. 3

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 19 0500

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2018/093958 A1 (POSTPROCESS TECH INC [US]) 24. Mai 2018 (2018-05-24) * Zusammenfassung; Abbildungen * * Absätze [0002], [0010], [0014] * * Absatz [0027] - Absatz [0028] * * Absatz [0035] - Absatz [0043] *	1-15	INV. B08B3/12
X A	DE 103 41 274 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31. März 2005 (2005-03-31) * Absätze [0004], [0008], [0012]; Ansprüche 1,4, 5, 8, 12, 14; Abbildungen * * Absatz [0016] - Absatz [0017] * * Absatz [0027] *	1,6,7 2-5,8-15	
A	DE 10 2013 014539 A1 (BUNDESREP DEUTSCHLAND [DE]) 5. März 2015 (2015-03-05) * Zusammenfassung; Abbildungen * * Absatz [0018] *	4	
A	US 4 442 852 A (LORD C DENNIS [US]) 17. April 1984 (1984-04-17) * Spalte 3, Zeile 8 - Zeile 33; Abbildung 1 *	6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B08B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	31. Januar 2020	Kosicki, Tobias

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

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

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 19 19 0500

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.

31-01-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2018093958 A1	24-05-2018	US 2019315065 A1	17-10-2019
		WO 2018093958 A1	24-05-2018
DE 10341274 A1	31-03-2005	KEINE	
DE 102013014539 A1	05-03-2015	KEINE	
US 4442852 A	17-04-1984	KEINE	

EPO FORM P0461

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