

(19)



(11)

**EP 2 895 277 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**05.06.2019 Patentblatt 2019/23**

(51) Int Cl.:  
**B07B 1/40 (2006.01)** **B07B 1/42 (2006.01)**  
**B07B 1/50 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13718170.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2013/058129**

(22) Anmeldetag: **18.04.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2014/040762 (20.03.2014 Gazette 2014/12)**

**(54) VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ULTRASCHALLSIEBEN**

APPARATUS AND METHOD FOR ULTRASOUND SCREENING

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DESTINÉS AU TAMISAGE PAR ULTRA-SONS

(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**

(30) Priorität: **12.09.2012 DE 102012108529**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.07.2015 Patentblatt 2015/30**

(73) Patentinhaber: **Artech Ultrasonic Systems AG  
8598 Bottighofen (CH)**

(72) Erfinder: **KISING, Jürgen  
CH-8280 Kreuzlingen (CH)**

(74) Vertreter: **Westphal, Mussnug & Partner  
Patentanwälte mbB  
Am Riettor 5  
78048 Villingen-Schwenningen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 1 807 711 DE-A1- 4 418 175  
US-A- 5 799 799 US-B1- 6 845 868**

- **ZUEST R: "ULTRASCHALLUNTERSTÜTZTES  
SIEBEN. ÖDURCHSATZLEISTUNG UND  
QUALITÄT SIGNIFIKANT STEIGERN",  
TECHNISCHE RUNDSCHAU, HALLWAG AG, CH,  
Bd. 88, Nr. 33, 16. August 1996 (1996-08-16), Seite  
26/27, XP000622145, ISSN: 1023-0823**

**EP 2 895 277 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**Beschreibung**

**[0001]** Für eine Vielzahl von Prozessen, insbesondere solchen, die die Verladung, Verwendung oder Herstellung von Schüttgütern, insbesondere Pulvern betreffen, ist es üblich, eingesetzte oder erzeugte Schüttgüter zu sieben. In diesem Zusammenhang ist es seit vielen Jahren bekannt, dass durch Ultraschallanregung des Siebgewebes der Durchsatz erheblich gesteigert werden kann. Der Durchsatz beim Ultraschallsieben hängt von der Verstopfungsneigung der Siebgewebe ab. Durch den Einsatz von Ultraschall werden die Gewebeöffnungen frei gehalten, da die Haftreibung durch die Ultraschallbewegung in die geringere Gleitreibung überführt wird und Pulverbrücken gebrochen werden.

**[0002]** Nach dem bisherigen Stand der Technik ist der Einsatz von Ultraschall von Ultraschallsieben aber an eine Reihe von Bedingungen gebunden. Um eine befriedigende Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe zu gewährleisten, müssen metallische Siebgewebe verwendet werden, die ferner genau bestimmte Gewebespannungsbedingungen erfüllen müssen. In der Praxis sind derzeit dadurch lediglich Siebgewebe mit Maschenweiten unter 300µm Maschenweite verwendbar.

**[0003]** Auch die gut verwendbaren Schüttgüter setzen der Verwendung bekannter Ultraschallsiebe Grenzen bzw. begrenzen deren Effizienz. Feuchte oder nasse Schüttgüter führen zu starker Dämpfung und somit Verlust der Ultraschallwirkung. Bei anderen Schüttgütern kann es zu einer elektrostatischen Aufladung kommen, die den Durchfluss behindert.

**[0004]** Seit vielen Jahren wird insbesondere nach Möglichkeiten gesucht, die Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe auf immer effizientere Weise zu gestalten, um den durch Ultraschallsieben erzielbaren Durchsatz zu steigern. So ist es beispielsweise aus der US 5 386 169 bekannt, eine Ultraschallanregung am Siebrahmen vorzunehmen, die von diesem dann auf das im Siebrahmen eingespannte Siebgewebe übertragen wird. Diese Vorgehensweise ist aber lediglich für relativ kleine Siebe praktikabel, da mit steigender Entfernung eines Bereichs des Siebgewebes vom Siebrahmen Dämpfungseffekte die Amplitude der Ultraschallschwingung immer weiter schwächen.

**[0005]** Daher ist man insbesondere für große Ultraschallsiebe dazu übergegangen, die Ultraschallanregung des Siebgewebes nicht mehr über den Siebrahmen, sondern über auf dem Siebgewebe angeordnete, insbesondere festgeklebte Schalleiter oder Resonatoren, d.h. auf eine bestimmte Ultraschallfrequenz abgestimmte Schalleiter, vorzunehmen. Derartige Siebsysteme sind beispielsweise aus der FR 2 682 050 oder der DE 10 2006 047 592 bekannt.

**[0006]** Dabei wurden unterschiedlichste Ansätze gewählt um zu versuchen, einen ausreichenden Schalleintrag auf das gesamte Siebgewebe zu gewährleisten, z.B. eine konsequente Anregung in Resonanz des Schalleiters (vgl. z.B. DE 44 18 175 A1) oder Frequenzvariation um einen Arbeitspunkt, bei dem das Gesamtsystem hohe Leistung vom den Ultraschallkonverter antreibenden Generator aufnimmt (vgl. z.B. EP 2 049 274 B1).

**[0007]** Insbesondere ist aus der DE 44 18 175 A1 bereits eine Vorrichtung zum Ultraschallsieben mit einem Siebrahmen, mit einem im Siebrahmen angeordneten Siebgewebe, mit mindestens einem Ultraschallkonverter zur Erzeugung von Ultraschallschwingungen und mit mindestens einem Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe bekannt, wobei das Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe mit dem Ultraschallkonverter in schallleitender Verbindung steht.

**[0008]** Aus der US 6,845,868 B1 ist ein durch Schwingungen anregbares Siebsystem bekannt, bei dem die Mittel zur Anregung des Siebgewebes in unterschiedlichen Schwingungsebenen aktivierbar sind.

**[0009]** Aus der US 5,799,799 A ist eine Vorrichtung zum Ultraschallsieben mit einem Siebrahmen, mit einem im Siebrahmen angeordneten Siebgewebe, mit mindestens einem Ultraschallkonverter zur Erzeugung von Ultraschallschwingungen und mit mindestens einem Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe bekannt, bei der das Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe mit dem Ultraschallkonverter in leitender Verbindung steht, wobei mindestens eines der Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe derart beweglich angeordnet ist, dass der Ort des Siebgewebes, an dem die Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe durch die Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe erfolgt, durch Bewegung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe veränderbar ist.

**[0010]** Allerdings hat sich gezeigt, dass auch diese Vorgehensweisen nach wie vor mit Nachteilen behaftet sind. Einerseits sind hier der Aufwand bei der Fixierung der Schalleiter oder Resonatoren und Probleme bei der Verbindung der Schalleiter mit dem Siebrahmen, die einerseits einen ungewünschten Abfluss von Ultraschallenergie in den Siebrahmen verhindern soll, andererseits aber insbesondere bei Siebsystemen, bei denen der Siebprozess noch durch eine externe Bewegung unterschützt wird, wie beispielsweise bei Taumelsieben, den Schalleiter mechanisch halten muss, zu nennen.

**[0011]** Schließlich bestehen nach wie vor akute Probleme dabei, die nötige Ultraschallintensität an allen Stellen des Siebgewebes bereitzustellen. Diese Probleme äußern sich konkret darin, dass auftretende Stechkörner nicht an allen Stellen des Siebgewebes durch die Ultraschallanregung entfernt werden können. Bei mit dem Siebgewebe fest verbundenen Schalleitern reicht die Energiedichte und die erzielte Schwingungsamplitude oftmals nicht aus, Stechkorn aus den Maschenöffnungen zu entfernen.

**[0012]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Ultraschallsieben und ein Ultraschallsieb bereitzustellen, die eine verbesserte Verteilung der Ultraschallanregung über das Siebgewebe gewährleisten und damit einen verbesserten Durchsatz des Siebgutes zu erzielen.

**[0013]** Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zum Ultraschallsieben mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zum Ultraschallsieben mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung und des Verfahrens sind den jeweiligen Unteransprüchen zu entnehmen.

**[0014]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Ultraschallsieben weist, einen Siebrahmen mit einem im Siebrahmen angeordneten Siebgewebe auf. In der Regel wird das Siebgewebe auch durch den Siebrahmen gespannt sein und/oder von diesem getragen werden. Zweckmäßigerweise ist das Siebgewebe im Siebrahmen so angeordnet, dass das zu siebende Material durch die Durchtrittsöffnung des Siebrahmens nur hindurchtreten kann, wenn es das Siebgewebe passiert.

**[0015]** Ferner weist die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Ultraschallsieben mindestens einen Ultraschallkonverter zur Erzeugung von Ultraschallschwingungen und mindestens einem Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe auf, welches mit dem Ultraschallkonverter in schallleitender Verbindung steht. Es sind aus dem Stand der Technik eine Vielzahl von derartigen Mitteln zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe bekannt, insbesondere Platten, Keile, Stäbe und Sonotroden.

**[0016]** Angemerkt sei an dieser Stelle, dass die Ultraschallkonverter, deren Funktion in der Umwandlung elektrischer Signale in Ultraschallschwingungen besteht, üblicherweise mit einem Ultraschallgenerator angesteuert und angetrieben werden, die die entsprechenden elektrischen Signale erzeugen. Allerdings werden Ultraschallgeneratoren in der Regel separat vertrieben und sind geeignet, Ultraschallkonverter unterschiedlichster Vorrichtungen anzusteuern bzw. anzutreiben, weshalb sie nicht zwingend als Bestandteil der Vorrichtung zum Ultraschallsieben angesehen werden, auch wenn sie zu ihrem Betrieb notwendig sind. Für die hier beschriebene Erfindung ist die Art und das Regelungsprinzip des Generators, sei es Festfrequenz, Variation über einen gegebenen Frequenzbereich oder Phase-Locking, irrelevant, sie funktioniert mit beliebigen Generatoren und beliebigen Regelungsprinzipien.

**[0017]** Erfindungswesentlich ist, dass mindestens eines der Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe derart beweglich angeordnet ist, dass der Ort des Siebgewebes, an dem die Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe durch die Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe erfolgt, durch Bewegung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe veränderbar ist. Mit anderen Worten ist ein Bewegungsfreiheitsgrad für mindestens eines der Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe gegeben, der eine Verschiebung des Ortes, an dem die Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe erfolgt, ermöglicht.

**[0018]** Die sichere und gleichmäßige Verteilung der Ultraschallschwingungen über das Siebgewebe wird somit gemäß der Erfindung dadurch sichergestellt, dass der Ort, an dem der Ultraschall in das Siebgewebe eingebracht wird, durch eine bewegliche Anordnung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe variiert werden kann. Statt zu versuchen, durch Ausgestaltung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe und die Art und Weise, in der es angeregt wird die Ausbreitung der Ultraschallschwingungen im Siebgewebe auf eine gewünschte Art und Weise zu beeinflussen, wird stattdessen durch eine Bewegung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe, d.h. durch eine Veränderung des Ortes, an dem die Einspeisung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe erfolgt, gewährleistet, dass die nötige Ultraschallintensität an allen Stellen des Siebgewebes bereitgestellt werden kann.

**[0019]** Dieser Paradigmenwechsel bringt eine Reihe von wesentlichen Vorteilen mit sich. Erstens kommt es nicht mehr darauf an, dass eine Propagation der Ultraschallschwingungen im Siebgewebe erfolgen muss. Damit fallen die bisherigen Bedingungen, die an das Siebgewebe zu stellen waren, fort. Zweitens muss die Form des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe sich nicht mehr an den Erfordernissen der gleichmäßigen Verteilung der Ultraschallschwingungen über das Siebgewebe orientieren. Dies ermöglicht insbesondere kleinere Kontaktflächen zum Siebgewebe, die eine höhere Leistungsdichte mit sich bringt. Ferner können dadurch in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung Mittel zur Amplitudenmodifikation am Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe vorgesehen werden.

**[0020]** Grundsätzlich kann man die Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe oberhalb des Siebgewebes oder unterhalb des Siebgewebes vorsehen. Oberhalb des Siebgewebes bedeutet dabei in der dem Schüttgutstrom entgegengesetzten Richtung betrachtet stromaufwärts des Siebgewebes, also im ungesiebten Schüttgutstrom. Unterhalb des Siebgewebes bedeutet dementsprechend im Schüttgutstrom stromabwärts des Siebgewebes, also im gesiebten Schüttgutstrom. Die letztgenannte Anordnung wird dabei bevorzugt.

**[0021]** Diese Definitionen von "oberhalb" und "unterhalb" lassen sich direkt auf die Interpretation von Begriffen wie "oben", "unten", "Oberseite" oder "Unterseite" im Sinne dieser Patentschrift übertragen.

**[0022]** In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung, die sich durch besondere Effizienz auszeichnet, ist wenigstens eines der Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe so auf dem oder unter dem Siebgewebe angeordnet ist, dass es zumindest dann, wenn das Ultraschallsieb im gewünschten Pulverstrom angeordnet

ist, Druck auf das Siebgewebe ausübt. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn der Druck so groß ist, dass eine Verformung des im Siebrahmen gespannten Siebgewebes erfolgt.

**[0023]** Anzumerken ist, dass eine Anordnung, bei der ein Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe Druck auf das Siebgewebe ausübt, insbesondere dann vorliegt, wenn Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe unabhängig vom Siebgewebe gelagert oder fixiert sind, so dass Mittel und Siebgewebe, bevorzugt auch an ihren Kontaktflächen miteinander, relativ zueinander beweglich sind.

**[0024]** Es gibt eine Reihe unterschiedlicher Möglichkeiten, um zu erreichen, dass ein Druck durch ein Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe auf das Siebgewebe ausgeübt wird. Beispielsweise ist es möglich, ein auf den Siebrahmen gespanntes Siebgewebe dadurch unter Druck zu setzen, dass Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe so angeordnet werden, dass sie die durch die Kontaktbereiche zwischen Siebrahmen und Siebgewebe miteinander definierte Ebene, in der das Siebgewebe gespannt ist, durchsetzen, also diese Ebene in beide Richtungen überragen. Dieses Überragen kann, in Abhängigkeit insbesondere von der Maschenweite und der Materialstärke und den Materialeigenschaften, des Siebgewebes, dazu führen, dass auf der den Mitteln zur Einleitung des Ultraschalls in das Siebgewebe abgewandten Seite des Siebgewebes an den Kontaktstellen zwischen den Mitteln zur Einleitung des Ultraschalls in das Siebgewebe und dem Siebgewebe Ausbeulungen zu erkennen sind, die insbesondere im Wesentlichen die Struktur der Mittel zur Einleitung des Ultraschalls in das Siebgewebe wiedergeben.

**[0025]** Dies ist aber nicht zwingend erforderlich, da insbesondere dann, wenn die Mittel zur Einleitung des Ultraschalls in das Siebgewebe in ihre Position gebracht werden, nachdem das Siebgewebe auf den Rahmen gespannt ist, bereits ein Überragen um wenige Zehntel mm ausreicht.

**[0026]** Der Druck kann bei der Verwendung des Ultraschallsiebs durch den Pulverstrom verstärkt werden oder gegebenenfalls auch erst dann entstehen. Bei bislang üblichen Ultraschallsieben, bei denen keine voneinander unabhängige Lagerung oder Fixierung von Mitteln zur Einleitung des Ultraschallgewebes in das Siebgewebe und Siebgewebe gewährleistet war, insbesondere bei mit dem Siebgewebe verklebten Mitteln zur Einleitung des Ultraschalls in das Siebgewebe, führt ein starker Pulverstrom auf das Siebgewebe lediglich dazu, dass sich das Siebgewebe gemeinsam mit darauf angeordneten Mitteln zur Einleitung des Ultraschalls in das Siebgewebe verformte. Im Gegensatz dazu kommt es, wenn Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe unabhängig vom Siebgewebe gelagert oder fixiert sind, so dass Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe und Siebgewebe, bevorzugt auch an ihren Kontaktflächen miteinander, relativ zueinander beweglich sind, lediglich zu einer Verformung des Siebgewebes, welche einen Druck zwischen Siebgewebe an die Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe, die ortsfest bleiben, aufbaut. Lediglich der Vollständigkeit halber wird erwähnt, dass der Druck des Materialstroms auf das Siebgewebe naturgemäß gemäß dem Newton'schen Prinzip "actio=reactio" an den Stellen, wo die Verformung des Siebgewebes durch die Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe behindert wird, ein Gegendruck zwischen Mitteln zur Einleitung des Ultraschalls in das Siebgewebe und dem Siebgewebe erzeugt wird.

**[0027]** Besonders effizient ist es bei dieser eigenständigen Erfindung, eine sternförmige oder gitterförmige Struktur plattenförmiger Schalleiter als Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe zu verwenden.

**[0028]** Ein übergeordnetes Prinzip besteht darin, dass jeweils eine Vorrichtung zum Ultraschallsieben mit einem Siebrahmen mit einem im Siebrahmen angeordneten Siebgewebe mit mindestens einem Ultraschallkonverter zur Erzeugung von Ultraschallschwingungen, und mit mindestens einem Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe, wobei das Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe mit dem Ultraschallkonverter in schallleitender Verbindung steht, wobei Mittel zum Einleiten einer Kraft in mindestens eines der Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe vorgesehen sind, so dass eine Bewegung oder ein Druck hervorgerufen sind oder hervorgerufen werden.

**[0029]** Gemäß der Erfindung ist das Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe so beweglich, dass jede Stelle des Siebgewebes mit einem -d.h. irgendeinem, aber nicht notwendigerweise demselben oder gar jedem- Abschnitt des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe in Kontakt gebracht werden kann. Dadurch wird die vollständige Beschallung des gesamten Siebgewebes mit Ultraschall sichergestellt.

**[0030]** In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist das Siebgewebe nichtmetallisch, insbesondere aus Kunststoff. Dies ermöglicht den Einsatz von kostengünstigeren Systemen und kann insbesondere beim Sieben von aggressiven, z.B. korrosiven Substanzen von Vorteil sein.

**[0031]** Darüber hinaus wird die Verwendung grobmaschigerer Siebe, insbesondere von Sieben mit einer Maschenweite von über 300µm möglich. Die Maschenweite gibt dabei den größten Abstand zwischen zwei Maschenrändern, der in einer Masche auftritt, wieder.

**[0032]** In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die Vorrichtung zum Ultraschallsieben ferner eine Antriebsvorrichtung zur Bewegung mindestens eines beweglichen Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe auf. Dies kann insbesondere ein Motor sein, der das beweglichen Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe bewegt. Insbesondere bei Taumelsiebmaschinen, Vibrationssiebmaschinen und ähnlichen Vorrichtungen, in denen das Sieb selbst zur Unterstützung des Siebprozesses bewegt wird, kann der Antrieb aber auch rein mechanisch dadurch bewirkt werden, dass sich aus Positionsänderungen

des Siebes ergebende Änderungen der potentiellen Energie genutzt werden, um die Bewegung zu bewirken.

**[0033]** In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist der Siebrahmen auf der Seite des Siebgewebes, auf der das bewegliche Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe angeordnet sind, eine Trägerstruktur auf, an welcher das bewegliche Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe beweglich gelagert ist und/oder an welcher eine Antriebsvorrichtung zur Bewegung des beweglichen Mittels zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe angeordnet ist. Dies erlaubt eine konstruktiv besonders einfache Ausgestaltung der Erfindung. Grundsätzlich kann die Mechanik, welche die Bewegung des beweglichen Mittels zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe ermöglicht und/oder ein etwaig vorhandener Antrieb aber auch am Siebrahmen oder an einer separaten Halterung an der Siebmaschine gelagert bzw. angeordnet werden.

**[0034]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das bewegliche Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe drehbar ist. Dieser Freiheitsgrad ist insbesondere für kreisförmige Siebrahmen vorteilhaft, denn wenn man das Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe um eine Achse, die senkrecht zum Siebgewebe durch den Mittelpunkt des kreisförmigen Siebrahmens verläuft drehbar gestaltet und zusätzlich seine Ausdehnung an den Radius oder Durchmesser des kreisförmigen Siebrahmens anpasst, kann man auf sehr einfache Weise sicherstellen, dass Ultraschall direkt in jeden Bereich des Siebgewebes eingeleitet werden kann. Ein Antrieb ist dann direkt durch den Rotor eines Motors möglich.

**[0035]** In einer weiteren Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, das bewegliche Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe so angeordnet ist, dass das bewegliche Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe oder eine Achse, um die es drehbar ist, in einem Winkel zwischen 90° und 0° zum Siebgewebe steht. Dies kann noch weiter dadurch optimiert werden, dass der Winkel, in dem das bewegliche Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe oder die Achse, um die es drehbar ist, zum Siebgewebe steht, veränderbar ist. Diese Maßnahmen sind insbesondere dann zweckmäßig, wenn die Kontaktfläche des beweglichen Mittels zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe als eine gekrümmte Fläche ausgestaltet wird, weil so auch die lokale Energiedichte, die angewendet wird, verändert werden kann.

**[0036]** Alternativ oder zusätzlich zu einem Rotationsfreiheitsgrad kann das bewegliche Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe linear verschiebbar ausgestaltet sein. Dieser Freiheitsgrad ist insbesondere bei rechteckförmigen Siebrahmen wichtig. Gestaltet man das Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe linear in eine Richtung, die parallel zu zwei gegenüberliegenden Seiten eines rechteckigen Siebrahmens verläuft über die gesamte Länge dieser Seiten hinweg verschiebbar und passt man zusätzlich seine Ausdehnung an den Abstand zwischen diesen gegenüberliegenden Seiten des Siebrahmens an, kann man auf sehr einfache Weise sicherstellen, dass Ultraschall direkt in jeden Bereich des Siebgewebes eingeleitet werden kann. Ein Antrieb ist dann durch einen einfachen motorisierten Lineartrieb möglich.

**[0037]** Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Ultraschallsieben wird eine Vorrichtung mit einem Siebrahmen, mit einem im Siebrahmen angeordneten Siebgewebe, mit mindestens einem Ultraschallkonverter zur Erzeugung von Ultraschallschwingungen, und mit mindestens einem Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe, wobei das Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen mit dem Ultraschallkonverter in schallleitender Verbindung steht, in einem Siebvorgang zumindest zeitweilig in einem Fluss des zu siebenden Materials angeordnet und im Verlauf des Verfahrens zumindest zeitweise das Siebgewebe durch das Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe mit Ultraschallschwingungen angeregt.

**[0038]** Erfindungswesentlich ist, dass während des Verfahrens die Position des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe so verändert wird, dass jede Stelle des Siebgewebes mit einem Abschnitt des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe in Kontakt gebracht wird, so dass sämtliche Stellen des Siebgewebes zu Ultraschallschwingungen angeregt werden.

**[0039]** Statt zu versuchen, durch Ausgestaltung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe und die Art und Weise, in der es angeregt wird die Ausbreitung der Ultraschallschwingungen im Siebgewebe auf eine gewünschte Art und Weise zu beeinflussen, wird also durch eine Bewegung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe, d.h. durch eine Veränderung des Ortes, an dem die Einspeisung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe erfolgt, gewährleistet, dass die nötige Ultraschallintensität an allen Stellen des Siebgewebes bereitgestellt werden kann. Es wird explizit darauf hingewiesen, dass mit demselben Verfahren auch ein verschmutztes Ultraschallsieb gereinigt werden kann.

**[0040]** Besonders effizient wird das Verfahren, wenn durch mindestens ein oder mehr Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe von oben oder von unten Druck auf das Siebgewebe ausgeübt wird. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn der Druck so groß ist, dass er eine Verformung des im Siebrahmen gespannten Siebgewebes herbeiführt.

**[0041]** Ein übergeordnetes Prinzip besteht darin, dass jeweils Verfahren zum Ultraschallsieben, bei denen eine Vorrichtung mit einem Siebrahmen (11,21,31,41), mit einem im Siebrahmen angeordneten Siebgewebe, mit mindestens einem Ultraschallkonverter zur Erzeugung von Ultraschallschwingungen, und mit mindestens einem Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe, wobei das Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das

Siebgewebe mit dem Ultraschallkonverter in schallleitender Verbindung steht, in einem Siebvorgang zumindest zeitweilig in einem Fluss des zu siebenden Materials angeordnet ist und bei dem im Verlauf des Verfahrens zumindest zeitweise das Siebgewebe durch das Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe mit Ultraschallschwingungen angeregt wird bereitgestellt werden, bei wobei auf mindestens eines der Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe eine Kraft wirkt, welche eine Bewegung oder einen Andruck an das Siebgewebe hervorruft.

**[0042]** In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird mindestens ein oder mehr Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe von oben oder von unten mit dem Siebgewebe in Kontakt gebracht werden und dass die Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe direkt oder indirekt über Zufuhrschallleiter mit einem oder mehreren Ultraschallkonvertern in Kontakt gebracht.

**[0043]** Besonders effizient kann das Verfahren gestaltet werden, wenn zusätzlich zu der Bewegung des Mittels zur Einleitung des Ultraschalls in das Siebgewebe die Frequenz der Ultraschallanregung durch Durchfahren eines oder mehrerer Frequenzbereiche, insbesondere des oder der Frequenzbereiche, in denen Resonanzen der Vorrichtung liegen, oder in denen Maxima der Leistungsaufnahme der Vorrichtung liegen variiert wird. Beispielsweise kann dies so gestaltet werden, dass an einer gegebenen Position des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe auf dem Siebgewebe einmal der gewählte Frequenzbereich überstrichen wird und dann die Position durch Bewegung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe zur nächsten gewünschten Position erfolgt. Es kann aber auch eine kontinuierliche Frequenzvariation bei einer kontinuierlichen Bewegung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe vorgesehen werden.

**[0044]** In einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens liegt die Frequenz der Ultraschallanregung im Megaherzbereich, d.h. im Bereich zwischen 1 und 10 MHz.

**[0045]** Besonders vorteilhaft ist ein Verfahren, bei dem zusätzlich der Winkel, in dem das bewegliche Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe zum Siebgewebe steht, verändert wird.

**[0046]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Figuren, die Ausführungsbeispiele der Erfindung zeigen, näher erläutert.

**[0047]** Es zeigt:

Fig. 1: ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben, betrachtet schräg von oben;

Fig. 2: ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben, betrachtet schräg von oben;

Fig. 3: ein drittes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben, betrachtet schräg von oben;

Fig. 4: ein viertes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben, betrachtet schräg von unten; und

Fig. 5: ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben, bei der Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe so auf dem Siebgewebe angeordnet sind, dass Druck auf das Siebgewebe ausübt wird.

**[0048]** Figur 1 zeigt eine Vorrichtung zum Ultraschallsieben 10 mit einem kreisförmigen Siebrahmen 11, in dem ein Siebgewebe 12 angeordnet ist. Während sich das Siebgewebe 12 in der Realität über die gesamte durch den kreisförmigen Siebrahmen 11 eingeschlossene Fläche erstreckt, ist es in Figur 1 nur teilweise dargestellt, um eine deutlichere Darstellung der unter dem Siebgewebe 12 liegenden Komponenten der Vorrichtung zum Ultraschallsieben 10 zu ermöglichen. Aus demselben Grund sind auch in den Figuren 2, 3 und 4 die eigentlich die durch die jeweiligen Siebrahmen 21, 31 und 41 eingeschlossenen Flächen komplett überdeckenden Siebgewebe 22, 32 und 42 jeweils nur partiell dargestellt.

**[0049]** Konkret kann das Siebgewebe 12 beispielsweise am kreisförmigen Siebrahmen 11 verklebt sein. Zur Anregung des Siebgewebes 12 ist ein bewegliches Mittel 13 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 12 in Gestalt eines am Siebgewebe 12 anliegenden plattenförmigen Resonators vorgesehen, dessen Länge dem Durchmesser des kreisförmigen Siebrahmens 11 entspricht. Der plattenförmige Resonator liegt mit seiner Schmalseite am Siebgewebe entlang einer Kontaktlinie, die einem Durchmesser des kreisförmigen Siebrahmens 11 entspricht, an. Die durch den plattenförmigen Resonator in das Siebgewebe eingeleiteten Ultraschallschwingungen werden durch einen Ultraschallkonverter 15 erzeugt und über einen hier syphonförmig ausgestalteten Zufuhrschallleiter 14 auf den plattenförmigen Resonator übertragen.

**[0050]** Wesentlich ist insbesondere, dass, wie durch den Doppelpfeil D in Figur 1 angedeutet, das Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in Gestalt des am Siebgewebe 12 anliegenden plattenförmigen Resonators um eine durch den Mittelpunkt des kreisförmigen Siebrahmens senkrecht zum Siebgewebe 12 verlaufende Achse drehbar ist. Bei dieser Drehung, bei der auch der Zufuhrschallleiter 14 und der Ultraschallkonverter 15 mitgedreht werden, wobei diese

vorzugsweise fest mit einander und mit dem plattenförmigen Resonator verbunden sind, so dass sie eine gemeinsame starre Baugruppe bilden, verändert sich der Ort auf dem Siebgewebe 12, an dem die Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 12 erfolgt. Das bewegliche Mittel 13 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 12 ist somit relativ zum Siebgewebe derart beweglich angeordnet, dass der Ort des Siebgewebes, an dem die Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe durch das bewegliche Mittel 13 zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 12 relativ zum Siebgewebe 12 veränderbar ist. Insbesondere ist durch die gewählte Geometrie des beweglichen Mittels 13 zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe gewährleistet, dass durch die Drehbewegung an jedem Punkt auf der Fläche des Siebgewebes 12 Ultraschall in das Siebgewebe 12 einleitbar ist, was insbesondere für eine zuverlässige Vermeidung bzw. Entfernung von Steckkörnern vorteilhaft ist.

**[0051]** Nicht in Figur 1 dargestellt sind eigentlich vorhandene Mittel zur Halterung der Baugruppe aus Ultraschallkonverter 15, Zufuhrschalleiter 14 und plattenförmigem Resonator 13 und ein Antrieb, mit dem diese Drehbewegung hervorgerufen werden kann, da eine Vielzahl von Realisierungsmöglichkeiten besteht. Ebenfalls variiert werden kann die Art der durchgeführten Drehbewegung. Beispielsweise kann in der Ausführungsform der Figur 1 entweder eine kontinuierliche Drehung in eine Richtung vorgesehen werden, es kann aber auch jeweils eine Drehung um  $180^\circ$  in eine Richtung durchgeführt werden, auf die dann eine Drehung um  $180^\circ$  in die Gegenrichtung erfolgt.

**[0052]** Eine Möglichkeit für Halterung und Antrieb besteht beispielsweise darin, dass der Ultraschallkonverter 15 auf der Oberfläche eines mit einem Motor in Drehung versetzbaren Drehtellers angeordnet ist, der sich um die durch den Mittelpunkt des kreisförmigen Siebrahmens 11 senkrecht zum Siebgewebe 12 verlaufende Achse dreht, und zwar mittig auf dem Punkt der Oberfläche, an dem die Drehachse diese schneidet. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass ein solcher Drehteller so gelagert sein muss, dass er eine etwaige Bewegung des Siebrahmens 11, wie sie z.B. in Taumel- oder Vibrationssiebmaschinen erfolgt, mitvollzieht, also lagefest relativ zum Siebrahmen 11 bleibt. Eine andere Möglichkeit könnte darin bestehen, den plattenförmigen Resonator schwingungsentkoppelt und drehbar in einem entlang des inneren Umfangs des Siebrahmens 11 verlaufenden, nicht dargestellten Lager zu halten und einen nicht dargestellten Motor vorzusehen, der durch Wechselwirkung mit dem Siebrahmen 11, beispielsweise durch Eingreifen eines nicht dargestellten Motorritzels in eine am inneren Umfang des Siebrahmens 11 angeordnete, nicht dargestellte Zahnschiene die Drehbewegung des plattenförmigen Resonators bewirkt.

**[0053]** Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben 20 mit Siebrahmen 21, Siebgewebe 22, beweglichem Mittel 23 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 22 in Gestalt eines am Siebgewebe 22 anliegenden plattenförmigen Resonators, der um eine durch den Mittelpunkt des kreisförmigen Siebrahmens senkrecht zum Siebgewebe 22 verlaufende Achse drehbar ist, Zufuhrschalleiter 24 und Ultraschallkonverter 25. Die Vorrichtung zum Ultraschallsieben 20 unterscheidet sich von der Vorrichtung zum Ultraschallsieben 10 gemäß Figur 1 dadurch, dass ein Träger 26 unterhalb des Siebgewebes 22 angeordnet ist, die entlang eines Durchmessers des Siebrahmens 21 verläuft. Dieser Träger 26 ermöglicht insbesondere eine besonders einfache Möglichkeit, Antrieb und Lager für das bewegliche Mittel 23 zum Einleiten der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe bereitzustellen, er begrenzt aber in der Regel den möglichen Drehwinkel auf knapp  $180^\circ$ , so dass dieser Drehwinkel abwechselnd vorwärts und rückwärts überstrichen werden muss.

**[0054]** Beispielsweise kann für Lagerung und Antrieb ein nicht dargestellter Motor auf der Drehachse an dem Träger 26 montiert werden, an dessen Rotor der plattenförmige Resonator 23 mit an ihm befestigten Zufuhrschalleiter 24 und an diesem befestigten Ultraschallkonverter 25 festgelegt ist.

**[0055]** Figur 3 zeigt eine dritte Ausführungsform einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben 30 mit Siebrahmen 31, Siebgewebe 32, zwei beweglichen Mitteln 33a, 33b zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in Gestalt von am Siebgewebe 32 anliegenden plattenförmigen Resonatoren, die um eine durch den Mittelpunkt des kreisförmigen Siebrahmens senkrecht zum Siebgewebe 32 verlaufende Achse drehbar sind, Zufuhrschalleiter 34 und Ultraschallkonverter 35 sowie zwei Träger 36a, 36b. Die Vorrichtung zum Ultraschallsieben 30 unterscheidet sich von der Vorrichtung zum Ultraschallsieben 20 gemäß Figur 2 durch die Zahl der Träger 36a, 36b und die Zahl der beweglichen Mittel 33a, 33b zur Einleitung von Ultraschallschwingungen. Durch die größere Zahl von Trägern 36a, 36b kann die mechanische Stabilität der Vorrichtung zum Ultraschallsieben 30 gesteigert werden. Da diese Träger aber den möglichen Winkelbereich der Drehung der beweglichen Mittel 33a, 33b zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 33 begrenzen, muss die Zahl der beweglichen Mittel 33a, 33b erhöht werden, wenn man weiterhin sicherstellen will, dass zumindest nahezu an jeder Stelle des Siebgewebes 32 Ultraschall eingeleitet werden kann.

**[0056]** Figur 4 zeigt eine vierte Ausführungsform einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben 40 mit Siebrahmen 41, Siebgewebe 42 und zwei beweglichen Mitteln 43a, 43b zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in Gestalt von am Siebgewebe 42 anliegenden plattenförmigen Resonatoren, die zumindest in einem bestimmten Winkelbereich um eine durch den Mittelpunkt des kreisförmigen Siebrahmens senkrecht zum Siebgewebe 42 verlaufende Achse drehbar sind und Trägern 46a, 46b. Die Vorrichtung zum Ultraschallsieben 40 unterscheidet sich von der Vorrichtung zum Ultraschallsieben 30 gemäß Figur 3 dadurch, dass jedem der plattenförmigen Resonatoren jeweils ein separater Ultraschallkon-

verter 45a,45b über einen separaten Zufuhrschalleiter 44a,44b zugeordnet ist. Dadurch wird die Bereitstellung verschiedener Ultraschallanregungen auf dem Siebgewebe 42 ermöglicht.

**[0057]** Figur 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben 50 mit einer an einer Außenwand des Siebrahmens angeordneten Konverterhalterung 61 und mit einem in der Konverterhalterung 61 gehaltenen Ultraschallkonverter 55, der über einen durch den Siebrahmen 51 hindurchgeführten Zufuhrschalleiter 54 in Ultraschall leitender Weise mit dem Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in ein Siebgewebe 52.

**[0058]** Bei der Ausführungsform gemäß Figur 5 haben die Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das nur teilweise dargestellte Siebgewebe 52 die Gestalt eines Ultraschallgitters aus mehreren Kreisringen 53a, die an einem kreuzförmigen Träger 53b angeordnet sind, die unterhalb des Siebgewebes 52 angeordnet sind. Selbstverständlich sind aber auch andere Formen, insbesondere quadratische oder rechteckförmige Gitter und strukturelle Abwandlungen bzw. Kombinationen davon realisierbar.

**[0059]** Dabei ist der kreuzförmige Träger 53b jeweils an den Enden des Kreuzes mit Befestigungswinkeln 57 am Rahmen gelagert, und zwar so, dass das Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 52 wenigstens dann, wenn die Vorrichtung zum Ultraschallsieben 50 im Pulverstrom des zu siebenden Materials angeordnet ist, in der dargestellten bevorzugten Ausführungsform aber auch außerhalb eines solchen Pulverstroms, Druck auf das Siebgewebe 52 ausübt.

**[0060]** Um dies zu veranschaulichen, sind in Figur 5 in dem Abschnitt, in dem das Siebgewebe 52 dargestellt ist, Ausbeulungen 58, d.h. durch das Siebgewebe 52 hindurchgedrückte Konturen der Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe 52 als Linien dargestellt, die der Form des darunter angeordneten, in diesem Abschnitt nicht direkt sichtbaren Mittels 53 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 52 folgen. Es ist aber anzumerken, dass die Frage, ob eine Anordnung von Mitteln 53 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 52 auf eine solche Art, dass Druck auf das Siebgewebe 52 ausgeübt wird zu Ausbeulungen 58 auf der den Mitteln 53 zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe 52 gegenüberliegenden Seite des Siebgewebes 52 führt oder nicht von Eigenschaften des verwendeten Siebgewebes 52 führt. Insbesondere bei relativ starren Siebgeweben 52 kann auch ein erheblicher Druck gegebenenfalls keine Ausbeulungen 58 hervorrufen. Darüber hinaus kann gegebenenfalls auch nur im Pulverstrom eine Ausbeulung 58 des Siebgewebes 52 zu erkennen sein.

**[0061]** Insbesondere sind Ausbeulungen 58a, die der Form der Kreisringe 53a folgen und Ausbeulungen 58b, die der Form des kreuzförmigen Trägers 53b folgen, zu erkennen.

**[0062]** Eine bevorzugte Möglichkeit, eine Anordnung der Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe 52 zu erreichen, besteht darin, dass die Mittel 53 mittels der Befestigungswinkel 57 so angeordnet sind, dass sie die Ebene des Siebrahmens 51, in der das Siebgewebe 52 befestigt ist, überragen, d.h. in der Richtung überstehen, die im Betrieb der Flussrichtung des Pulverstroms entgegengesetzt ist. Dabei reicht für viele Anwendungen bereits ein Überstehen um wenige Zehntel mm aus.

**[0063]** Vorteilhaft kann es sein, wenn die Befestigungswinkel 57 nicht dargestellte Mittel zur Anpassung der Position der Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe 52 relativ zur Ebene des Siebrahmens 51, in der das Siebgewebe 52 befestigt ist, aufweisen. Dies kann beispielsweise durch Vorsehen von Langlöchern oder eines Gewindes in oder an den Befestigungswinkeln 57 geschehen, in die dann entsprechende Befestigungsmittel der Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe 52 eingreifen.

**[0064]** Um ein Abfließen der Ultraschallenergie über die Befestigungswinkel 57 in den Siebrahmen 51 zu vermeiden, kann optional zwischen Befestigungswinkeln 57 und Befestigungsmitteln der Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe 52 ein Ultraschall dämpfendes Material, wie z.B. in der Figur 5 nicht erkennbare Scheiben oder rechteckförmige Platten aus Silikon, Gummi oder vergleichbaren Materialien eingesetzt werden.

**[0065]** Alternativ oder zusätzlich ist es auch möglich, die Verbindung unter Verwendung zwischen Befestigungswinkeln 57 und Mitteln 53 zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe 52 oder deren Befestigungsmitteln angeordneter mechanischer Entkopplungselemente auszugestalten, welche einen Filter für die angeregten Frequenzen darstellen. Derartige Entkopplungselemente sind aus dem Stand der Technik bekannt.

#### Bezugszeichenliste

**[0066]**

10,20,30,40,50	Vorrichtung zum Ultraschallsieben
11,21,31,41,51	Siebrahmen
12,22,32,42,52	Siebgewebe
13,23,33a,33b,43a,43b, 53	Mittel zur Einleitung von Ultraschall
53a	Träger
53b	Kreisring
14,24,34,44a,44b,54	Zufuhrschalleiter



15,25,35,45a,45b,55	Ultraschallkonverter
26,36a,36b,46a,46b	Träger
57	Befestigungswinkel
58,58a,58b	Ausbeulung
5 61	Konverterhalterung

## Patentansprüche

- 10 1. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40)  
mit einem Siebrahmen (11,21,31,41),  
mit einem im Siebrahmen (11,21,31,41) angeordneten Siebgewebe (12,22,32,42),  
mit mindestens einem Ultraschallkonverter (15,25,35,45) zur Erzeugung von Ultraschallschwingungen, und  
15 mit mindestens einem Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42), wobei das Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) mit dem Ultraschallkonverter (15,25, 35,45) in schallleitender Verbindung steht, wobei  
mindestens eines der Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) relativ zum Siebgewebe (12,22,32,42) derart beweglich angeordnet ist, dass der Ort des Siebgewebes (12,22,32,42), an dem die Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) durch  
20 die Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) erfolgt, durch Bewegung des Mittels (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) relativ zum Siebgewebe (12,22,32,42) veränderbar ist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b,53) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42,  
25 53) so beweglich ist, dass jede Stelle des Siebgewebes (12,22,32,42,52) mit einem Abschnitt des Mittels (13,23,33a,33b,43a,43b,53) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42,52) in Kontakt gebracht werden kann.
2. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40,50) nach Anspruch 1,  
30 **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eines der Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b, 53) zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42,52) so auf dem oder unter dem Siebgewebe (12,22,32,42,54) angeordnet ist, dass es Druck auf das Siebgewebe (12,22,32,42,52) ausübt.
3. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40,50) nach  
35 Anspruch 1 oder 2  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b,53) zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42,52) unabhängig vom Siebgewebe (12,22,32,42,52) gelagert oder fixiert sind, so dass Mittel und Siebgewebe (12,22,32,42,52), bevorzugt auch an ihren Kontaktflächen miteinander, relativ zueinander beweglich sind.  
40
4. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40,50) nach einem vorstehenden Anspruch,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Siebgewebe (12,22,32,42,52) aus einem nichtmetallischen Material, insbesondere einem Kunststoff besteht.
- 45 5. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40,50) nach einem vorstehenden Anspruch,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Siebgewebe (12,22,32,42,52) eine Maschenweite von mehr als 300µm hat.
- 50 6. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40) nach einem vorstehenden Anspruch,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40) ferner eine Antriebsvorrichtung zur Bewegung mindestens eines beweglichen Mittels (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) relativ zum Siebgewebe (12,22,32,42) aufweist.
- 55 7. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40) nach einem vorstehenden Anspruch,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Siebrahmen (11,21,31,41) auf der Seite des Siebgewebes (12,22,32,42), auf der das bewegliche Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) angeordnet sind,

mindestens einen Träger (26,36a,36b,46a, 46b) aufweist, an dem das bewegliche Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) beweglich gelagert ist oder an dem eine Antriebsvorrichtung zur Bewegung des beweglichen Mittels (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe (12,22,32,42) angeordnet ist.

- 5  
8. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40) nach einem vorstehenden Anspruch,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das bewegliche Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe (12,22,32,42) relativ zum Siebgewebe (12,22,32,42) drehbar ist.
- 10  
9. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das bewegliche Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe (12,22,32,42) relativ zum Siebgewebe (12,22,32,42) so angeordnet ist, dass das bewegliche Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe (12,22,32,42) oder eine Achse, um die es drehbar ist, in einem Winkel zu zwischen  
15 90° und 0° zum Siebgewebe steht.
10. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40) nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel, in dem das bewegliche Mittel (13,23,33a,33b, 43a,43b) zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe (12,22,32,42) oder die Achse, um die es drehbar ist, zum Siebgewebe  
20 (12,22,32,42) steht, veränderbar ist.
11. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40) nach einem vorstehenden Anspruch,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das bewegliche Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe (12,22,32,42) relativ zum Siebgewebe (12,22,32,42) linear verschiebbar ist.
- 25  
12. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40) nach einem vorstehenden Anspruch,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Kontaktfläche des beweglichen Mittels zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe eine gekrümmte Fläche ist.
- 30  
13. Verfahren zum Ultraschallsieben, bei dem eine Vorrichtung (10,20,30,40) mit einem Siebrahmen (11,21,31, 41), mit einem im Siebrahmen (11,21,31,41) angeordneten Siebgewebe (12,22,32,42), mit mindestens einem Ultraschallkonverter (15,25,35,45a,45b) zur Erzeugung von Ultraschallschwingungen, und mit mindestens einem Mittel (13,23,33a,33b, 43a,43b) zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42), wobei das  
35 Mittel (13,23, 33a,33b,43a,43b) zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) mit dem Ultraschallkonverter (15,25,35,45a,45b) in schallleitender Verbindung steht, in einem Siebvorgang zumindest zeitweilig in einem Fluss des zu siebenden Materials angeordnet ist und bei dem im Verlauf des Verfahrens zumindest zeitweise das Siebgewebe (12,22,32,42) durch das Mittel (13,23,33a,33b, 43a,43b) zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) mit Ultraschallschwingungen angeregt wird,  
40 **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Verfahrens die Position des Mittels (13,23, 33a,33b, 43a,43b) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) relativ zum Siebgewebe (12,22,32,42) so verändert wird, dass jede Stelle des Siebgewebes (12,22,32,42,52) mit einem Abschnitt des Mittels (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42,52) in Kontakt gebracht wird, so dass sämtliche Stellen des Siebgewebes (12,22,32,42) dadurch zumindest zeitweise zu Ultraschallschwingungen angeregt werden.
- 45  
14. Verfahren nach Anspruch 13 oder dem Oberbegriff des Anspruchs 14,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** durch mindestens ein oder mehr Mittel (13,23,33a,33b,43a, 43b,53) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42,52) von oben oder von unten Druck auf das Siebgewebe (12,22,32,42,52) ausgeübt wird.
- 50  
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein oder mehr Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) von oben oder von unten mit dem Siebgewebe (12,22,32,42) in Kontakt gebracht werden und dass die Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) direkt oder indirekt über Zufuhrschallleiter (14,24,34, 44a,44b) mit einem oder mehreren Ultraschallkonvertern (15,25,35, 45a,45b) in Kontakt gebracht werden.
- 55

## 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Frequenz der Ultraschallanregung durch Durchfahren eines oder mehrerer Frequenzbereiche, insbesondere des oder der Frequenzbereiche, in denen Resonanzen der Vorrichtung liegen, oder in denen Maxima der Leistungsaufnahme der Vorrichtung liegen variiert wird.

## 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Frequenz der Ultraschallanregung im Megaherzbereich liegt.

## 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17,

**dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel, in dem das bewegliche Mittel (13,23,33a,33b,43a, 43b) zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe (12,22,32,42) zum Siebgewebe (12,22,32,42) steht, verändert wird.

**Claims**

1. Device for ultrasound screening (10, 20, 30, 40) comprising a screen frame (11, 21, 31, 41), a screen fabric (12, 22, 32, 42) arranged in the screen frame (11, 21, 31, 41), at least one ultrasound converter (15, 25, 35, 45) for generation of ultrasonic vibrations, and at least one means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42), wherein the means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42) is in a sound-conducting connection with the ultrasound converter (15, 25, 35, 45), wherein at least one of the means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42) is arranged movably relative to the screen fabric (12, 22, 32, 42) so that the location on the screen fabric (12, 22, 32, 42) at which the introduction of the ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42) by the means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing the ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42) takes place can be varied by movement of the means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42) relative to the screen fabric (12, 22, 32, 42), **characterised in that** the means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b, 53) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42, 53) is movable so that each point on the screen fabric (12, 22, 32, 42, 52) can be brought into contact with a segment of the means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b, 53) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42, 52).
2. Device for ultrasound screening (10, 20, 30, 40, 50) according to claim 1, **characterised in that** at least one of the means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b, 53) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42, 52) is arranged on or below the screen fabric (12, 22, 32, 42, 54) so that it exerts pressure on the screen fabric (12, 22, 32, 42, 52).
3. Device for ultrasound screening (10, 20, 30, 40, 50) according to claim 1 or 2, **characterised in that** the means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b, 53) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42, 52) are mounted or fixed independently of the screen fabric (12, 22, 32, 42, 52) so that the means and the screen fabric (12, 22, 32, 42, 52) can move relative to one another, preferably also at their contact surfaces with one another.
4. Device for ultrasound screening (10, 20, 30, 40, 50) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the screen fabric (12, 22, 32, 42, 52) is made from a non-metallic material, in particular a plastic material.
5. Device for ultrasound screening (10, 20, 30, 40, 50) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the screen fabric (12, 22, 32, 42, 52) has a mesh size of more than 300  $\mu\text{m}$ .
6. Device for ultrasound screening (10, 20, 30, 40) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the device for ultrasound screening (10, 20, 30, 40) further comprises a driving device for the movement of at least one movable means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing the ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42) relative to the screen fabric (12, 22, 32, 42).
7. Device for ultrasound screening (10, 20, 30, 40) according to any of the preceding claims, **characterised in that**, on the side of the screen fabric (12, 22, 32, 42) on which the movable means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42) are arranged, the screen frame (11, 21, 31, 41) comprises at least one girder (26, 36a, 36b, 46a, 46b) on which the movable means (13, 23, 33a, 33b, 43a,

43b) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42) is movably mounted or on which a driving device is arranged for movement of the movable means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasound into the screen fabric (12, 22, 32, 42).

- 5     **8.** Device for ultrasound screening (10, 20, 30, 40) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the movable means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42) is rotatable relative to the screen fabric (12, 22, 32, 42).
- 10    **9.** Device for ultrasound screening (10, 20, 30, 40) according to claim 8, **characterised in that** the movable means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasound into the screen fabric (12, 22, 32, 42) is arranged relative to the screen fabric (12, 22, 32, 42) so that the movable means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasound into the screen fabric (12, 22, 32, 42), or an axis about which it is rotatable, is at an angle between 90° and 0° with respect to the screen fabric.
- 15    **10.** Device for ultrasound screening (10, 20, 30, 40) according to claim 9, **characterised in that** the angle between the movable means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasound into the screen fabric (12, 22, 32, 42), or the axis about which it is rotatable, and the screen fabric (12, 22, 23, 42) can be varied.
- 20    **11.** Device for ultrasound screening (10, 20, 30, 40) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the movable means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasound into the screen fabric (12, 22, 32, 42) can move in a linear manner relative to the screen fabric (12, 22, 32, 42).
- 25    **12.** Device for ultrasound screening (10, 20, 30, 40) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the contact surface of the movable means for introducing ultrasound into the screen fabric is a curved surface.
- 30    **13.** Method for ultrasound screening, in which a device (10, 20, 30, 40) comprising a screen frame (11, 21, 31, 41), a screen fabric (12, 22, 32, 42) arranged in the screen frame (11, 21, 31, 41), at least one ultrasound converter (15, 25, 35, 45a, 45b) for generation of ultrasonic vibrations, and at least one means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42), wherein the means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42) is in a sound-conducting connection with the ultrasound converter (15, 25, 35, 45a, 45b) and is arranged at least periodically in a flow of the material to be screened in a screening process, and in the course of the method the screen fabric (12, 22, 32, 42) is at least intermittently excited with ultrasonic vibrations by the means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42), **characterised in that** during the method the position of the means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42) relative to the screen fabric (12, 22, 32, 42) so that each point on the screen fabric (12, 22, 32, 42, 52) is brought into contact with a segment of the means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42, 52), so that all points on the screen fabric (12, 22, 32, 42) are intermittently excited to ultrasonic vibrations.
- 40    **14.** Method according to claim 13 or the preamble to claim 14, **characterised in that** pressure is exerted on the screen fabric (12, 22, 32, 42, 52) from above or below by at least one or more means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b, 53) for introducing the ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42, 52).
- 45    **15.** Method according to claim 13 or 14, **characterised in that** at least one or more means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42) from above or from below are brought into contact with the screen fabric (12, 22, 32, 42), and that the means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasonic vibrations into the screen fabric (12, 22, 32, 42) are brought into contact with one or more ultrasound converters (15, 25, 35, 45a, 45b) directly or indirectly by means of sound feed conductors (14, 24, 34, 44a, 44b).
- 50    **16.** Method according to one of claims 13 to 15, **characterised in that** the frequency of the ultrasound excitation is varied by running through one or more frequency ranges, in particular the frequency ranges in which resonances of the device are situated, or in which maximum power uptake of the device occurs.
- 55    **17.** Method according to one of claims 13 to 16, **characterised in that** the frequency of the ultrasound excitation lies in the Megahertz range.
- 18.** Method according to one of claims 13 to 17, **characterised in that** the angle between the movable means (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) for introducing ultrasound into the screen fabric (12, 22, 32, 42) and the screen fabric (12, 22,

32, 42) can be varied.

## Revendications

### 1. Dispositif permettant le tamisage par ultrasons (10, 20, 30, 40) comportant :

un cadre de tamis (11, 21, 31, 41),  
une toile de tamis (12, 22, 32, 42) montée dans le cadre de tamis (11, 21, 31, 41),  
au moins un convertisseur d'ultrasons (15, 25, 35, 45) permettant d'obtenir des vibrations ultrasonores, et  
au moins un moyen (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans la  
toile de tamis (12, 22, 32, 42), les moyens (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des vibrations  
ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42) étant en liaison conductrice des ultrasons avec le convertisseur  
d'ultrasons (15, 25, 35, 45), au moins l'un des moyens (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des  
vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42) étant mobile par rapport à la toile de tamis (12,  
22, 32, 42) de sorte que l'emplacement de la toile de tamis (12, 22, 32, 42) au niveau duquel s'effectue l'intro-  
duction des vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42) par le moyen (13, 23, 33a, 33b, 43a,  
43b) permettant d'introduire les vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42) puisse être modifié  
par déplacement du moyens (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores  
dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42) par rapport à la toile de tamis (12, 22, 32, 42),

#### **caractérisé en ce que**

le moyen (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b, 53) permettant d'introduire les vibrations ultrasonores dans la toile de  
tamis (12, 22, 32, 42, 53) est mobile de sorte que chaque emplacement de la toile de tamis (12, 22, 32, 42, 52)  
puisse être mis en contact avec un segment du moyen (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b, 53) permettant d'introduire  
les vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42, 52).

### 2. Dispositif de tamisage par ultrasons (10, 20, 30, 40, 50) conforme à la revendication 1,

#### **caractérisé en ce qu'**

au moins l'un des moyens (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b, 53) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans  
la toile de tamis (12, 22, 32, 42, 52) est installé sur ou sous la toile de tamis (12, 22, 32, 42, 54) de sorte qu'il exerce  
une pression sur la toile de tamis (12, 22, 32, 42, 52).

### 3. Dispositif de tamisage par ultrasons (10, 20, 30, 40, 50) conforme à la revendication 1 ou 2,

#### **caractérisé en ce que**

les moyens (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b, 53) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans la toile de  
tamis (12, 22, 32, 42, 52) sont montés ou fixés indépendamment de la toile de tamis (12, 22, 32, 42, 52) de sorte  
que ces moyens et la toile de tamis (12, 22, 32, 42, 52) soient mobiles les uns par rapport aux autres de préférence  
également conjointement au niveau de leurs surfaces de contact.

### 4. Dispositif de tamisage par ultrasons (10, 20, 30, 40, 50) conforme à l'une des revendications précédentes,

#### **caractérisé en ce que**

la toile de tamis (12, 22, 32, 42, 52) est réalisée en un matériau non métallique, en particulier un matériau synthétique.

### 5. Dispositif de tamisage par ultrasons (10, 20, 30, 40, 50) conforme à l'une des revendications précédentes,

#### **caractérisé en ce que**

la toile de tamis (12, 22, 32, 42, 52) a une ouverture de mailles supérieure à 300  $\mu\text{m}$ .

### 6. Dispositif de tamisage par ultrasons (10, 20, 30, 40) conforme à l'une des revendications précédentes,

#### **caractérisé en ce qu'**

il comporte en outre un dispositif d'entraînement (10, 20, 30, 40) permettant de déplacer au moins un moyen mobile  
(13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire les vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32,  
42) par rapport à la toile de tamis (12, 22, 32, 42).

### 7. Dispositif de tamisage par ultrasons (10, 20, 30, 40) conforme à l'une des revendications précédentes,

#### **caractérisé en ce que**

le cadre de tamis (11, 21, 31, 41) comporte, sur la face de la toile de tamis (12, 22, 32, 42) sur laquelle est monté  
le moyen mobile (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire les vibrations ultrasonores dans la toile de  
tamis (12, 22, 32, 42), au moins un support (26, 36a, 36b, 46a, 46b) sur lequel est monté mobile le moyen mobile

(13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire les vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42), ou sur lequel est installé un dispositif d'entraînement permettant de déplacer le moyen mobile (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42).

- 5     **8.** Dispositif de tamisage par ultrasons (10, 20, 30, 40) conforme à l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**  
le moyen mobile (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42) est mobile, en rotation par rapport à la toile de tamis (12, 22, 32, 42).
- 10    **9.** Dispositif de tamisage par ultrasons (10, 20, 30, 40) conforme à la revendication 8, **caractérisé en ce que**  
le moyen mobile (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42) est installé par rapport à la toile de tamis (12, 22, 32, 42) de sorte que ce moyen mobile (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42)  
15    ou un axe autour duquel il est mobile en rotation soit positionné par rapport à la toile de tamis selon un angle compris entre 90° et 0°.
- 20    **10.** Dispositif de tamisage par ultrasons (10, 20, 30, 40) conforme à la revendication 9, **caractérisé en ce que**  
l'angle selon lequel le moyen mobile (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42) ou l'axe autour duquel il est mobile en rotation est positionné par rapport à la toile de tamis (12, 22, 32, 42) est variable.
- 25    **11.** Dispositif de tamisage par ultrasons (10, 20, 30, 40) conforme à l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**  
le moyen mobile (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42) peut être déplacé linéairement par translation par rapport à la toile de tamis (12, 22, 32, 42).
- 30    **12.** Dispositif de tamisage par ultrasons (10, 20, 30, 40) conforme à l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**  
la surface de contact du moyen mobile permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans la toile de tamis est une surface courbe.
- 35    **13.** Procédé de tamisage par ultrasons selon lequel un dispositif (10, 20, 30, 40) comprenant un cadre de tamis (11, 21, 31, 41), une toile de tamis (12, 22, 32, 42) montée dans ce cadre de tamis (11, 21, 31, 41), au moins un convertisseur d'ultrasons (15, 25, 35, 45a, 45b) permettant d'obtenir des vibrations ultrasonores et au moins un moyen (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42), le moyen (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42) étant en liaison conductrice des ultrasons avec le convertisseur d'ultrasons (15, 25, 35, 45a, 45b), est monté, lors d'un processus de tamisage, au moins temporairement dans un flux du matériau à tamiser, et au cours de la mise en oeuvre duquel, au moins par intermittences, la toile de tamis (12, 22, 32, 42) est excitée avec des vibrations ultrasonores par le moyen (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans cette toile de tamis (12, 22, 32, 42),  
40    **caractérisé en ce que**  
45    lors de la mise en oeuvre du procédé la position du moyen (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42) peut être modifiée par rapport à la toile de tamis (12, 22, 32, 42) de sorte que chaque emplacement de la toile de tamis (12, 22, 32, 42, 52) soit mis en contact avec un segment du moyen (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42, 52) pour que la totalité des emplacements de la toile de tamis (12, 22, 32, 42) soit excitée au  
50    moins par intermittences avec des vibrations ultrasonores.
- 55    **14.** Procédé conforme à la revendication 13, **caractérisé en ce qu'**  
au moins un moyen (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b, 53) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42, 52) exerce une pression par le haut ou par le bas sur la toile de tamis (12, 22, 32, 42, 52).
- 55    **15.** Procédé conforme à la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce qu'**

au moins un moyen (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire des vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42) est mis en contact par le haut ou par le bas avec la toile de tamis (12, 22, 32, 42), et le moyen (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant d'introduire les vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42) est mis en contact directement ou indirectement par l'intermédiaire d'un conducteur de transfert des ultrasons (14, 24, 34, 44a, 44b) avec un ou plusieurs convertisseur(s) d'ultrasons (15, 25, 35, 45a, 45b).

16. Procédé conforme à l'une des revendications 13 à 15,

**caractérisé en ce que**

la fréquence de l'excitation ultrasonore est modifiée par passage dans une ou plusieurs plage(s) de fréquences, en particulier la(les) plage(s) de fréquences dans laquelle(lesquelles) se situent les résonances du dispositif ou dans laquelle se situent les maxima de la consommation de puissance du dispositif.

17. Procédé conforme à l'une des revendications 13 à 16,

**caractérisé en ce que**

la fréquence de l'excitation ultrasonore est située dans la plage des mégahertz.

18. Procédé conforme à l'une des revendications 13 à 17,

**caractérisé en ce que**

l'angle selon lequel le moyen mobile (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) permettant l'introduction de vibrations ultrasonores dans la toile de tamis (12, 22, 32, 42) est situé par rapport à la toile de tamis (12, 22, 32, 42) peut être modifié.

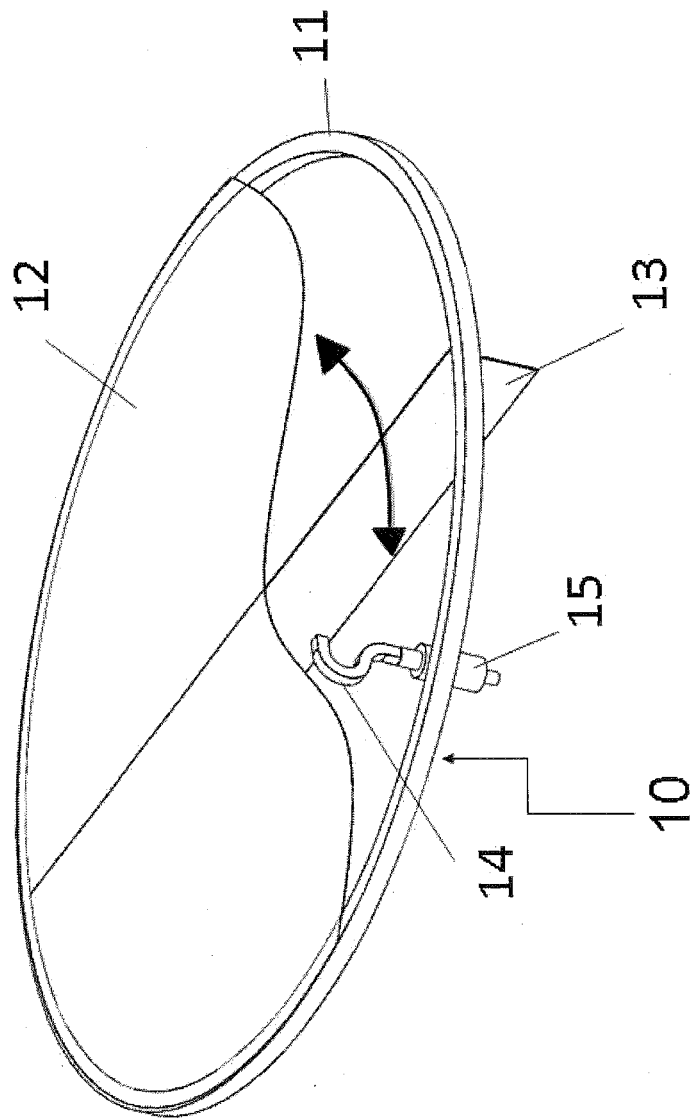


Fig. 1



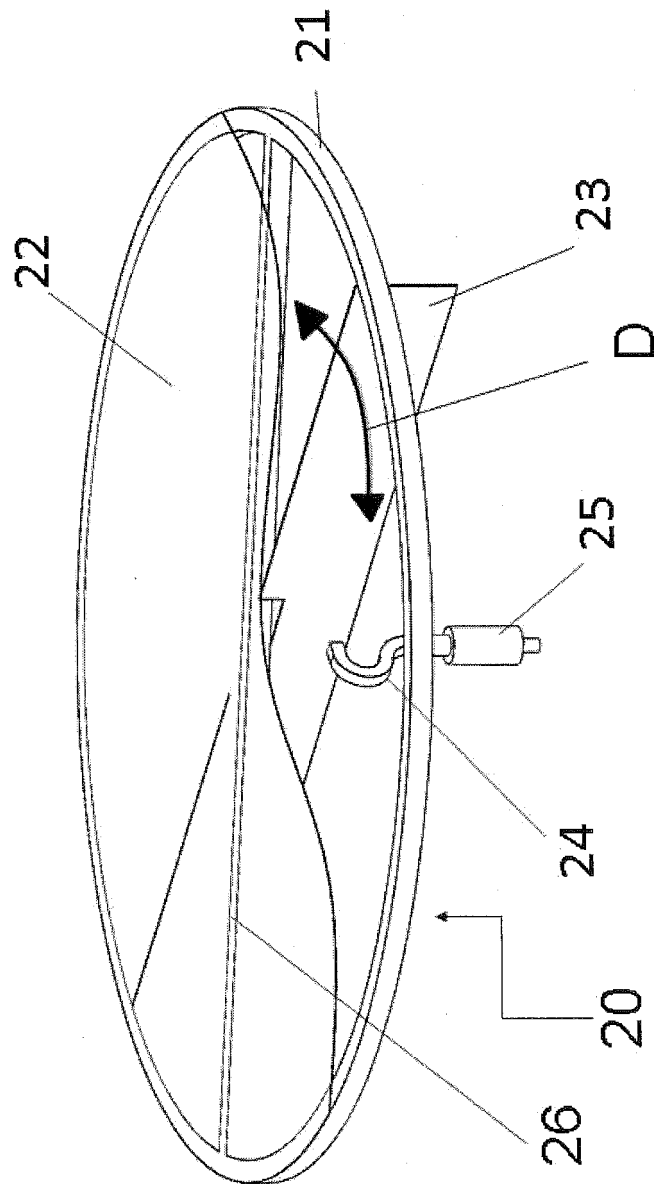


Fig. 2

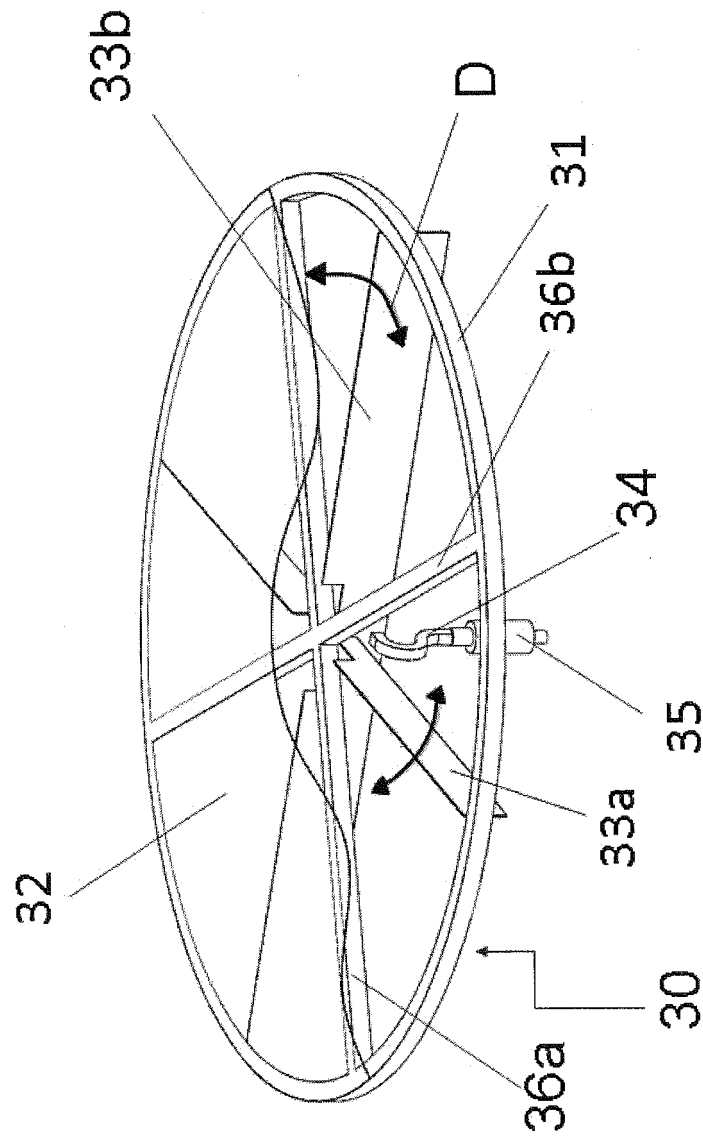


Fig. 3

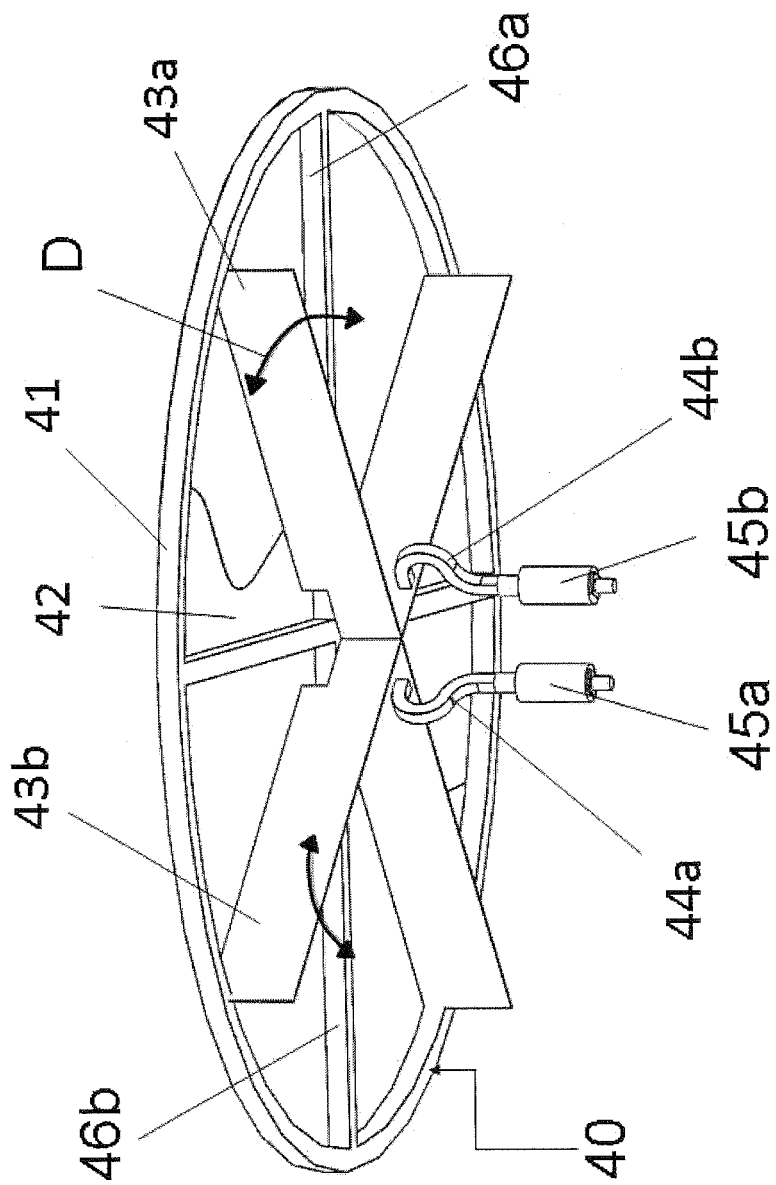


Fig. 4

Fig. 5

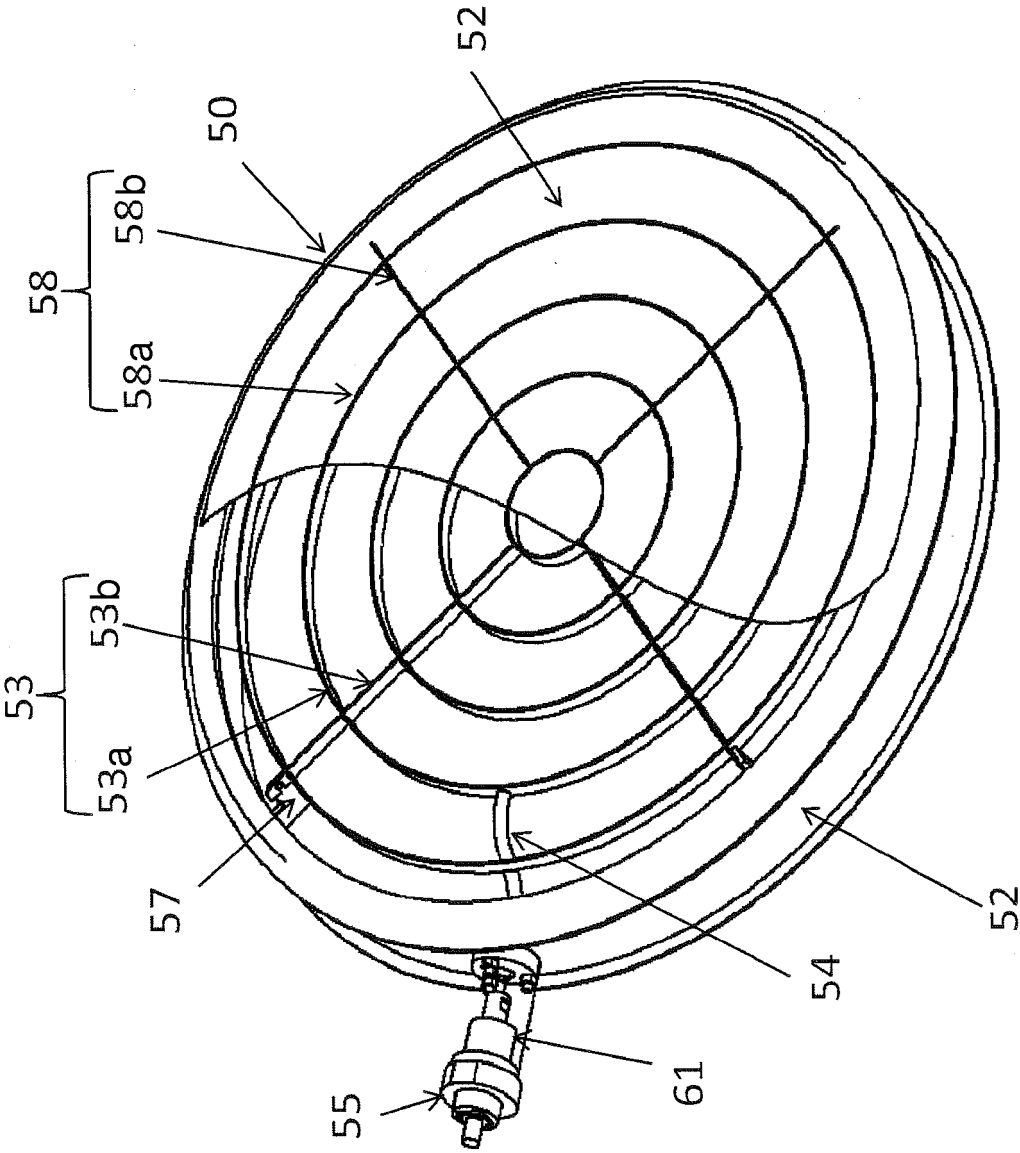


Fig. 5

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 5386169 A [0004]
- FR 2682050 [0005]
- DE 102006047592 [0005]
- DE 4418175 A1 [0006] [0007]
- EP 2049274 B1 [0006]
- US 6845868 B1 [0008]
- US 5799799 A [0009]