



(10) **DE 10 2012 108 529 A1** 2014.03.13

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 108 529.3**

(22) Anmeldetag: **12.09.2012**

(43) Offenlegungstag: **13.03.2014**

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

(71) Anmelder:
Artech Systems AG, Bottighofen, CH

(72) Erfinder:
Kising, Jürgen, Kreuzlingen, CH

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

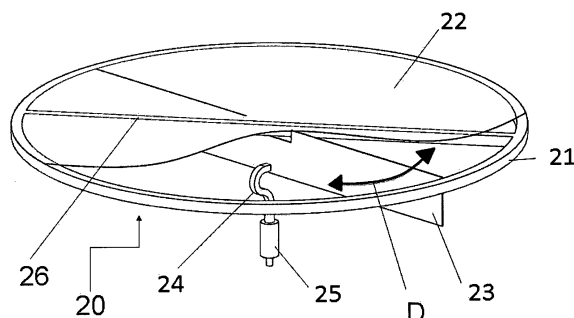
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zum Ultraschallsieben**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine 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 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, bei der 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 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 und ein 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 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, bei dem 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) verändert wird, so dass unterschiedliche Stellen des Siebgewebes (12, 22, 32, 42) zu Ultraschallschwingungen angeregt werden.



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 Ultraschall-schwingungen 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 Schallleiter oder Resonatoren, d.h. auf eine bestimmte Ultraschallfrequenz abgestimmte Schallleiter, 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 Schallleiters (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] Allerdings hat sich gezeigt, dass auch diese Vorgehensweisen nach wie vor mit Nachteilen behaftet sind. Einerseits sind hier der Aufwand bei der Fixierung der Schallleiter oder Resonatoren und Probleme bei der Verbindung der Schallleiter 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 Schallleiter mechanisch halten muss, zu nennen.

[0008] Andererseits kommt es insbesondere auch zur Erwärmung des Schallleiters, was zu einer lokalen thermischen Belastung des Schüttguts führen kann. Dieser Effekt verstärkt sich dadurch, dass bei längerer Verwendung eines Ultraschallsiebs mit Schallleitern Mikrorisse in den Schallleitern auftreten, die an dieser Stelle eine besonders hohe Erwärmung hervorrufen.

[0009] 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 Steckkörner nicht an allen Stellen des Siebgewebes durch die Ultraschallanregung entfernt werden können. Bei mit dem Siebgewebe fest verbundenen Schallleitern reicht die Energiedichte und die erzielte Schwingungsamplitude oftmals nicht aus, Steckkorn aus den Maschenöffnungen zu entfernen.

[0010] 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.

[0011] 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.

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] 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.

[0018] 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 im Schüttgutstrom 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.

[0019] 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.

[0020] 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 Druck auf das Siebgewebe ausübt. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn der Druck so groß ist, dass eine Verformung des im Siebrahmen gespannten Siebgewebes erfolgt.

[0021] Der positive Effekt, der dadurch erreicht wird, dass ein oder mehr Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe so von oben oder von auf dem Siebgewebe angeordnet sind, dass dieses unter Druck steht, ist so groß, dass diese Weiterbildung in Kombination mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 als eigenständige Erfindung, die eine alternative Lösung der oben genannten Probleme darstellt, anzusehen ist. 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.

[0022] Das beiden Erfindungen gemeinsame übergeordnete 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 hervorrufbar sind oder hervorgerufen werden.

[0023] Die nachfolgend beschriebenen vorteilhaften Ausgestaltungen lassen sich jeweils auf beide Erfindungen beziehen.

[0024] In einer bevorzugten Ausgestaltung 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.

[0025] 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.

[0026] Darüber hinaus wird die Verwendung grobmaschigerer Siebe, insbesondere von Sieben mit einer Maschenweite von über 300 µm möglich. Die Maschenweite gibt dabei den größten Abstand zwischen zwei Maschenrändern, der in einer Masche auftritt, wieder.

[0027] 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 bewegliche Mittel 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.

[0028] 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.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] Erfindungswesentlich ist, dass während des Verfahrens die Position des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe verändert wird.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] Der positive Effekt, der dadurch erreicht wird, dass durch ein oder mehr Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe von oben oder von unten Druck auf das Siebgewebe ausgeübt wird ist so groß, dass dieses Merkmal in Kombination mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 13 als eigenständige Erfindung, die eine alternative Lösung der oben genannten Probleme darstellt, anzusehen ist. Besonders effizient ist es bei dieser eigenständigen Erfindung, eine sternförmige oder gitterförmige Struktur plattenförmiger Schallleiter als Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe zu verwenden.

[0037] Das beiden Erfindungen gemeinsame übergeordnete 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 denen 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.

[0038] Die nachfolgend beschriebenen vorteilhaften Ausgestaltungen lassen sich auf beide Verfahren beziehen.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] In einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens liegt die Frequenz der Ultraschallanregung im Megaherzbereich, d.h. im Bereich zwischen 1 und 10 MHz.

[0042] 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.

[0043] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Figuren, die Ausführungsbeispiele der Erfindung zeigen, näher erläutert.

[0044] Es zeigt:

[0045] Fig. 1: ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben, betrachtet schräg von oben;

[0046] Fig. 2: ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben, betrachtet schräg von oben;

[0047] Fig. 3: ein drittes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben, betrachtet schräg von oben; und

[0048] Fig. 4: ein viertes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben, betrachtet schräg von unten.

[0049] Fig. 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 Fig. 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 Fig. 2, Fig. 3 und Fig. 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.

[0050] 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.

[0051] Wesentlich ist insbesondere, dass, wie durch den Doppelpfeil D in Fig. 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 Ultraschallschwingun-

gen in das Siebgewebe durch das bewegliche Mittel **13** zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe erfolgt, durch Bewegung des beweglichen Mittels **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.

[0052] Nicht in **Fig. 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 **Fig. 1** entweder eine kontinuierliche Drehung in eine Richtung vorgesehen werden, es kann aber auch jeweils eine Drehung um 180° in eine Richtung durchgeführt werden, auf die dann eine Drehung um 180° in die Gegenrichtung erfolgt.

[0053] 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.

[0054] 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.

[0055] **Fig. 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 **Fig. 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° , so dass dieser Drehwinkel abwechselnd vorwärts und rückwärts überstrichen werden muss.

[0056] 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.

[0057] **Fig. 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 **Fig. 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.

[0058] **Fig. 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 senk-

recht 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 **Fig. 3** dadurch, dass jedem der plattenförmigen Resonatoren jeweils ein separater Ultraschallkonverter **45a**, **45b** über einen separaten Zufuhrschallleiter **44a**, **44b** zugeordnet ist. Dadurch wird die Bereitstellung verschiedener Ultraschallanregungen auf dem Siebgewebe **42** ermöglicht.

Bezugszeichenliste

10, 20, 30, 40	Vorrichtung zum Ultraschallsieben
11, 21, 31, 41	Siebrahmen
12, 22, 32, 42	Siebgewebe
13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b	Mittel zur Einleitung von Ultraschall
14, 24, 34, 44a, 44b	Zufuhrschallleiter
15, 25, 35, 45a, 45b	Ultraschallkonverter
26, 36a, 36b, 46a, 46b	Träger

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 5386169 [0004]
- FR 2682050 [0005]
- DE 102006047592 [0005]
- DE 4418175 A1 [0006]
- EP 2049274 B1 [0006]

Patentansprüche

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 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, **dadurch gekennzeichnet**, dass 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 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.

2. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10, 20, 30, 40) nach Anspruch 1 oder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eines der Mittel (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe so auf dem oder unter dem Siebgewebe angeordnet ist, dass es Druck auf das Siebgewebe ausübt.

3. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10, 20, 30, 40) nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass das Mittel (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12, 22, 32, 42) so beweglich ist, dass jede Stelle des Siebgewebes (12, 22, 32, 42) mit einem Abschnitt des Mittels (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12, 22, 32, 42) in Kontakt gebracht werden kann.

4. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10, 20, 30, 40) nach einem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Siebgewebe (12, 22, 32, 42) aus einem nichtmetallischen Material, insbesondere einem Kunststoff besteht.

5. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10, 20, 30, 40) nach einem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Siebgewebe (12, 22, 32, 42) eine Maschenweite von mehr als 300 µm hat.

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.

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 und/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.

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.

9. 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) 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 90° und 0° zum Siebgewebe steht.

10. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10, 20, 30, 40) nach Anspruch 8, **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 (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.

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.

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 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, **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**) verändert wird, so dass unterschiedliche Stellen des Siebgewebes (**12, 22, 32, 42**) zu Ultraschallschwingungen angeregt werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13 oder dem Oberbegriff des Anspruchs 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch 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 Druck auf das Siebgewebe (**12, 22, 32, 42**) ausgeübt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13, **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.

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.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

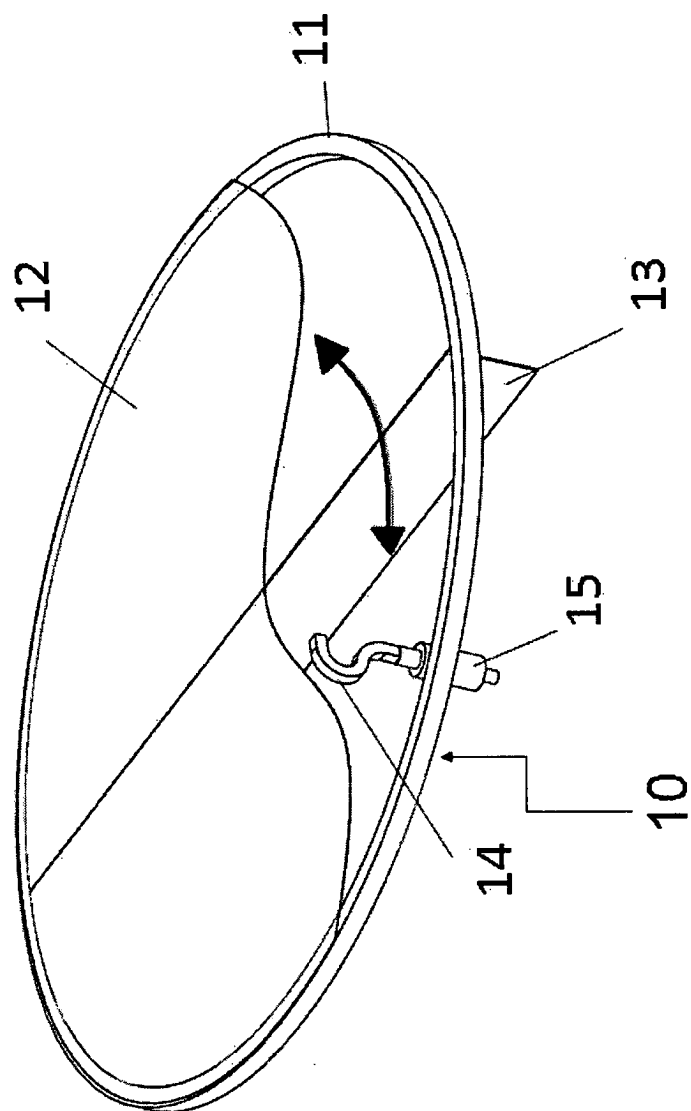


Fig. 1

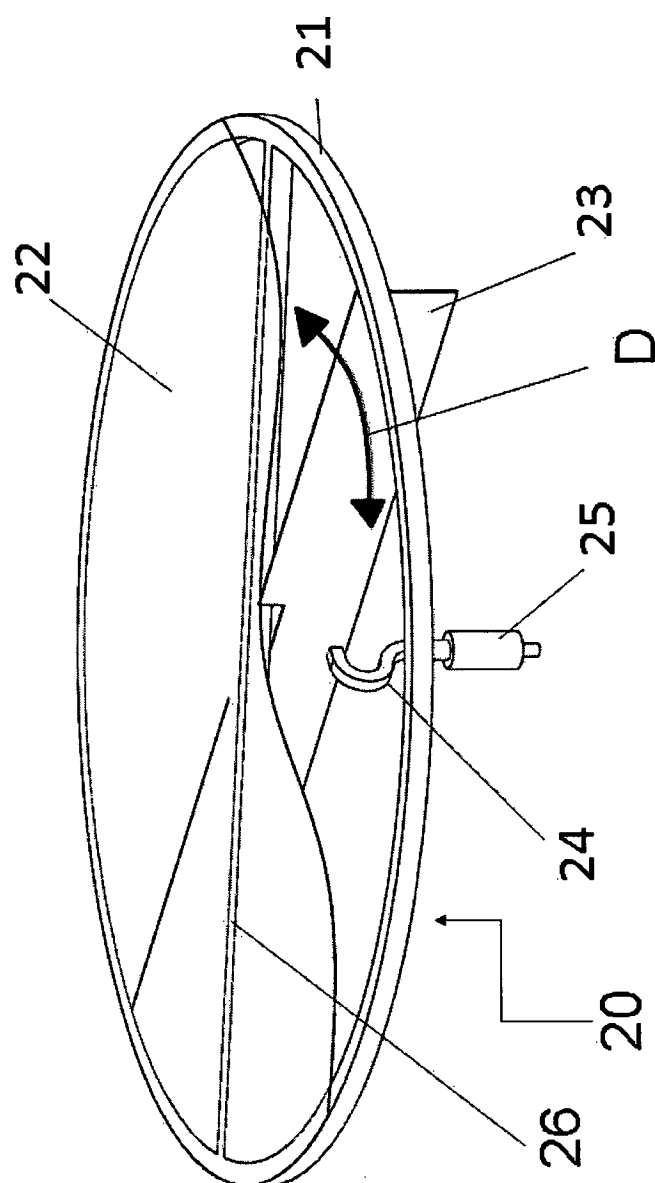


Fig. 2

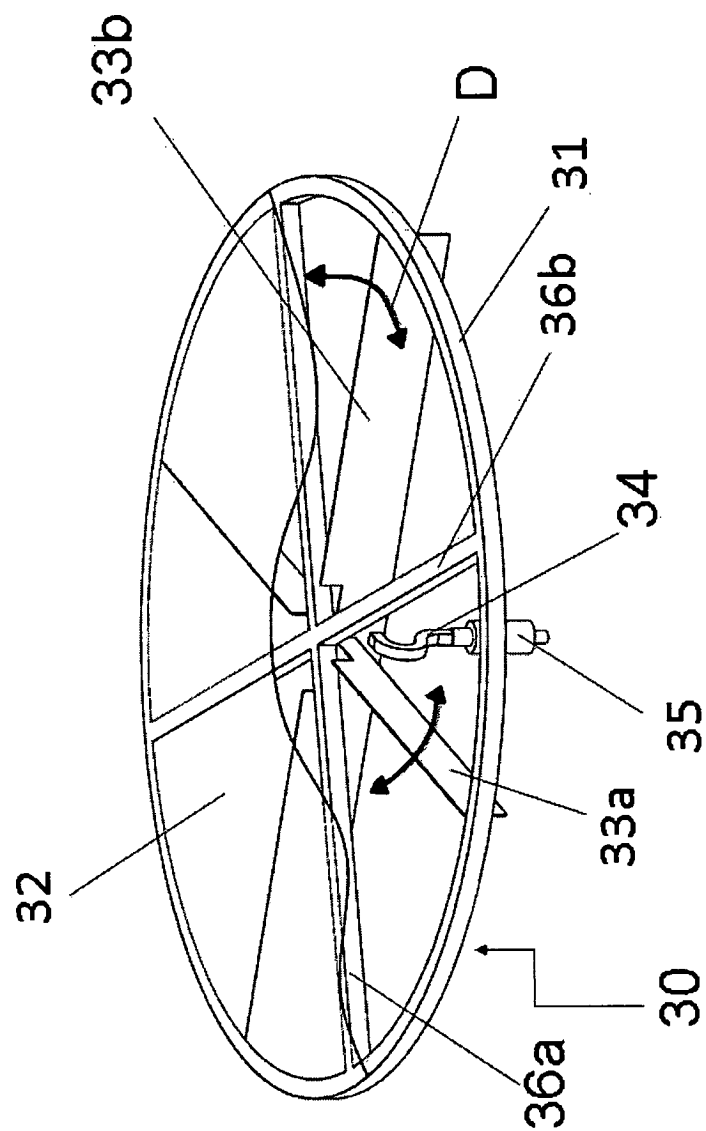


Fig. 3

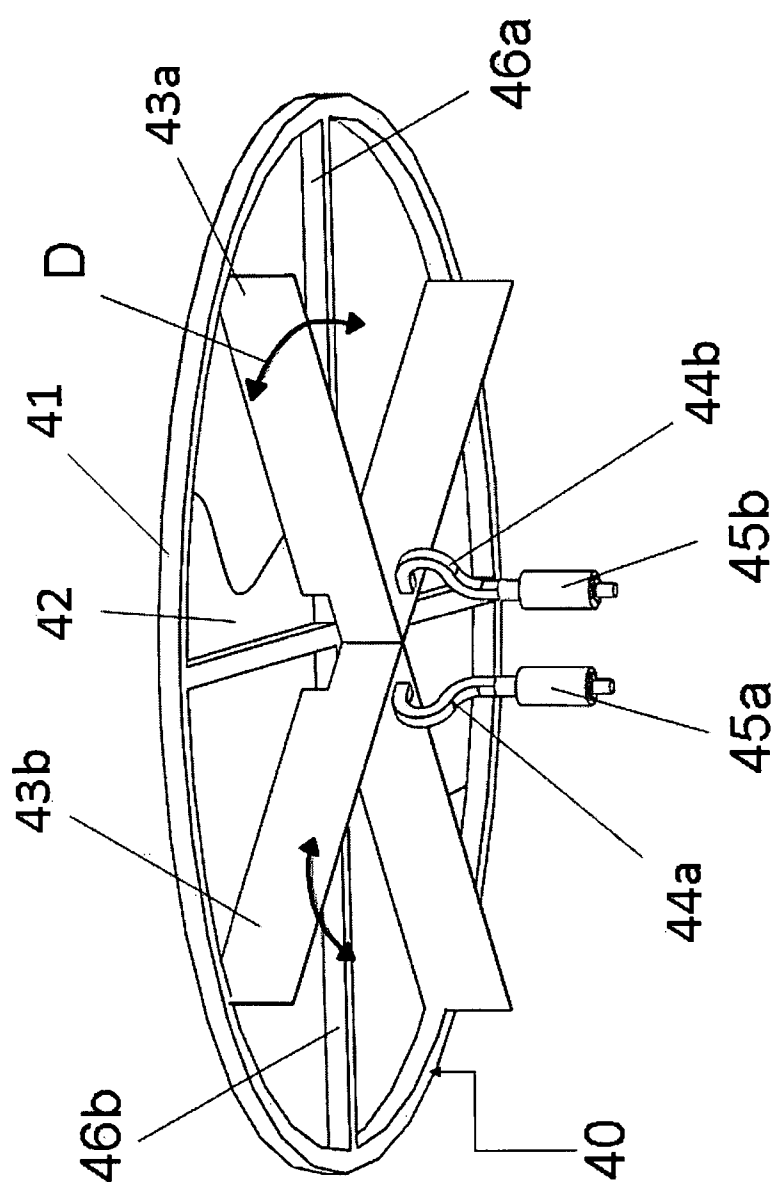


Fig. 4