

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 895 489 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
06.10.2004 Patentblatt 2004/41

(21) Anmeldenummer: **98908083.3**

(22) Anmeldetag: **09.02.1998**

(51) Int Cl.7: **B08B 3/12**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP1998/000753

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 1998/034738 (13.08.1998 Gazette 1998/32)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM REINIGEN VON FADEN- ODER VON BANDFÖRMIGEN
ERZEUGNISSEN, INSBESONDERE VON DRAHT**

PROCESS AND APPARATUS FOR CLEANING THREAD- OR STRIP-SHAPED ARTICLES, IN
PARTICULAR WIRE

PROCEDE ET APPAREIL POUR NETTOYER DES PRODUITS EN FORME DE FILS OU DE
BANDES, NOTAMMENT DU FIL METALLIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FI FR GB IT LI SE

(30) Priorität: **10.02.1997 DE 19706007**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.02.1999 Patentblatt 1999/06

(73) Patentinhaber: **Dr. Hielscher GmbH**
14513 Teltow (DE)

(72) Erfinder: **HIELSCHER, Harald**
D-14532 Stahnsdorf (DE)

(74) Vertreter: **Hengelhaupt, Jürgen, Dipl.-Ing. et al**
Anwaltskanzlei
Gulde Hengelhaupt Ziebig & Schneider
Wallstrasse 58/59
10179 Berlin (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
AT-A- 350 493 **DE-A- 4 009 721**
US-A- 4 138 757 **US-A- 4 605 027**
US-A- 4 788 992

Bemerkungen:

Die Akte enthält technische Angaben, die nach dem
Eingang der Anmeldung eingereicht wurden und die
nicht in dieser Patentschrift enthalten sind.

EP 0 895 489 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Reinigen von Drähten und Profilen mittels einer durch Ultraschall angeregten Flüssigkeit.

[0002] Es ist bereits bekannt, Drähte und Profile sowie sonstige Erzeugnisse mittels Ultraschall und Flüssigkeit zu reinigen.

[0003] Die bekannten Verfahren, z.B. zur Reinigung von Draht, verwenden Tauchschwinger, die in mit Flüssigkeit gefüllte Behälter eingebracht sind. Die Ultraschallenergie der Tauchschwinger wird in die Flüssigkeit eingestrahlt. In der Flüssigkeit kommt es zur Kavitation, d.h. Flüssigkeit bricht infolge der hohen Energie auseinander, es entstehen Bläschen, deren Inneres mit unter Unterdruck stehendem Gas gefüllt ist. Die Gasbläschen implodieren, dabei wird hohe Energie frei und eine starke Mikroströmung entsteht. Diese Strömung wirkt auf die verschmutzte Oberfläche des zu reinigenden Gutes und entfernt Rückstände wie Fette, Öle oder dgl.

[0004] Bei den bekannten Einrichtungen bzw. den damit angewendeten Verfahren wird das zu reinigende Gut bzw. der Draht durch die Flüssigkeit eines großen Behälters, in der Regel eines Beckens, gezogen, in welchem eine Schalleistungsdichte von durchschnittlich 1 Watt pro cm² oder von 15 Watt pro Liter Flüssigkeit besteht, die nur mit hohem Energieaufwand auf die für Reinigungszwecke notwendige Größe gebracht werden kann. Die wirksame Leistung an der Drahtoberfläche liegt weit unter der Gesamtleistung des Ultraschallbeckens. Der Ultraschall wird nicht ausreichend zielgerichtet an der z.B. Drahtoberfläche wirksam, so daß ein hoher Energieeinsatz notwendig wird, um den Reinigungseffekt zu erzielen.

[0005] Aus der US 41 00 926 ist weiterhin ein Verfahren bekannt, bei dem eine allgemein bekannte zylindrische Sonotrode verwendet wird, durch die eine Durchführung, in der sich der zu reinigende Draht befindet, geführt wird. Die Reinigungsflüssigkeit wird zerstäubt und in Kammern und in der Durchführung mit dem Draht in Kontakt gebracht. Die Sonotrode kommt mit dem Reinigungsmittel gar nicht in Kontakt. Die Sonotrode muß ein relativ großes Wasservolumen anregen, so daß die Schallenergiekonzentration zu gering ist, um eine ausreichende Reinigungsleistung zu erzielen. Der Ultraschall wirkt nicht direkt genug an der Oberfläche des zu reinigenden Drahtes.

[0006] Aus der DE 40 09 721 A1 ist eine Vorrichtung bekannt, die physikalisch bedingt mit einer sehr kurzen Arbeitslänge bzw. Einwirkstrecke mit Ultraschall auf das zu reinigende Gut nur von einer Seite her einwirkt.

[0007] Aus der AT 350 493 ist eine weitere Reinigungsanlage mit geringer Effizienz bekannt, die nach dem Längsschwingerprinzip arbeitet. Der zu reinigende Draht wird durch eine Bohrung eines in der Längsachse schwingenden Horns geführt, welches aus vielen Einzelstücken kompliziert und stör anfällig zusammenge-

schraubt ist.

[0008] In der DE 196 02 917 wird ein gattungsgemäßes Verfahren beschrieben, nach dem das zu reinigende Erzeugnis durch eine Bohrung einer in der Luft schwingenden speziellen Ultraschall-Sonotrode geführt wird, in die Reinigungsflüssigkeit eingeströmt wird.

[0009] Durch dieses Verfahren wird bereits eine nur geringe Wassermenge direkt in einer Arbeitsbohrung der speziell ausgebildeten Sonotrode durch Ultraschall sehr intensiv angeregt. Es entsteht eine sehr hohe, etwa um zwei Größenordnungen höhere Schall-Leistungsdichte als nach dem bekannten Stand der Technik, mit der eine sehr direkte und effektive Reinigung durch ein intensives Kavitationsfeld erfolgt.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Reinigen von fadenförmigen Erzeugnissen zu entwickeln, mit denen gewährleistet ist, dass der eingebrachte Ultraschall am zu reinigenden Erzeugnis direkt einwirkt.

[0011] Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den Merkmalen der Ansprüche 1 und 2 sowie der Ansprüche 5 und 6.

[0012] Das Verfahren nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die aus einem Ultraschallwandler und aus einem daran angebrachten Biegeschwinger gebildete Sonotrodenanordnung mit einer hohen Amplitude von ca. 20 bis 250µm punkt- oder linienförmig auf der Linie einer konstanten Amplitude angeregt wird, wobei das zu reinigende Erzeugnis durch mindestens eine in der Längsachse des Biegeschwingers bzw. jeweils an der Stelle eines Schwingungsmaximums quer zur Längsachse des Biegeschwingers angeordnete und an den Querschnitt des zu reinigenden Erzeugnisses angepasste Bohrung geführt wird und die Reinigungsflüssigkeit die mindestens eine Bohrung voll ausfüllt.

[0013] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Sonotrodenanordnung einen Ultraschallwandler und einen daran angebrachten Biegeschwinger umfasst und mit einer hohen Amplitude von ca. 20 bis 250µm punkt- oder linienförmig auf der Linie einer konstanten Amplitude anregbar ist, wobei mindestens eine an den Querschnitt des zu reinigenden Erzeugnisses angepasste Bohrung in der Längsachse des Biegeschwingers bzw. jeweils an der Stelle eines Schwingungsmaximums quer zur Längsachse des Biegeschwingers angeordnet ist durch die das zu reinigende Erzeugnis führbar ist und die mindestens eine Bohrung mit der Reinigungsflüssigkeit voll ausfüllbar ist.

[0014] Durch die Verwendung eines speziellen monolithischen Biegeschwingers, durch den das zu reinigende Erzeugnis geführt wird, bei Bedarf auch durch mehrere Bohrungen im Biegeschwinger gleichzeitig, können die für die Reinigung wirksamen Längen vergrößert werden. Es können mit geringerem materiellen Aufwand gleiche Leistungen erzielt werden.

[0015] Durch die Konzentration des für die Reinigung wirksamen Flüssigkeitsvolumens in einer Arbeitsboh-

rung eines mit hoher Amplitude von ca. 20 bis 250 µm schwingenden Biegeschwingers wird die eingebrachte Ultraschalleistung auf dieses kleine Volumen konzentriert, so daß mit geringem Energieaufwand ein intensives Kavitationsfeld entsteht, in dem eine hocheffektive Reinigung des durchlaufenden Drahtes gewährleistet ist. Der Ultraschall wirkt innerhalb der Arbeitsbohrung von allen Seiten in geringem Abstand und über eine im Vergleich zur Ultraschall-Sonotrode verhältnismäßig langen Strecke vertikal und intensiv auf die Drahtoberfläche. Es wird eine 20- bis 100-fache Intensität der Schalleistung (bezogen auf die schallabstrahlende Fläche) gegenüber den bekannten Verfahren erreicht, so daß mit einem vergleichbaren Energieaufwand eine wesentlich größere km-Leistung bei zum Beispiel der Drahtreinigung erzielt wird. Es wird außerdem Reinigungsflüssigkeit eingespart, eine kleinere Anlage benötigt und eine höhere Durchlaufgeschwindigkeit des zu reinigenden Gutes erreicht. Die Umweltbelastung wird minimal. Der Einsatz von umweltbelastenden Reinigungsmitteln wird stark reduziert.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung sind für die Reinigung eines Drahtes, für die Reinigung mehrerer Drähte, auch im Verbund einer Litze, und auch für die Reinigung von Rundprofilen, Seilen oder dgl. Mit hoher Effektivität anwendbar.

[0017] Für jeden Drahtdurchmesserbereich oder für jede Materialart kann die geeignete Ultraschalleistung ausgewählt und eingesetzt werden. Die Schwingungsamplitude des Biegeschwingers kann je nach Anwendungsfall eingestellt werden.

[0018] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der Unteransprüche.

[0019] Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in der einzigen Figur dargestellten Ausführungsbeispiels eines Biegeschwingers näher erläutert.

[0020] In der einzigen Fig. 1 ist in schematischer Schnittdarstellung ein Biegeschwinger 3 gezeigt, der durch eine Ultraschall-Sonotrode 1 zu Ultraschallschwingungen US angeregt wird. Der Biegeschwinger 3 weist entlang der Längsachse eine erste Bohrung 2 auf, durch welche das zu reinigende Erzeugnis, z.B. Draht, geführt wird. Die erste Bohrung 2 steht mit weiteren Bohrungen 4 im Bereich von Schwingungsknoten SK des Biegeschwingers 3 in Verbindung. Diese Bohrungen 4 sind zur Bohrung 2 senkrecht angeordnet und dienen der Zufuhr einer geeigneten Reinigungsflüssigkeit.

[0021] Wenn an die Sonotrode 1 ein für den jeweiligen Anwendungsfall ausreichend dimensionierter Ultraschallprozessor angeschlossen wird, dann gerät die über die Bohrungen 4 eingeströmte Reinigungsflüssigkeit im Biegeschwinger 3 in vertikale Schwingungen, die sich von der Flüssigkeit auf die Oberfläche eines durch die Bohrung 2 konzentrisch durchgeleiteten Drahtes übertragen. Es ist darauf zu achten, daß die Flüssigkeit

die Bohrung 2 voll ausfüllt. Durch die Konzentration der eingestrahlten Ultraschalleistung auf das kleine Volumen in der Bohrung 2 und insbesondere auf das Volumen zwischen der Wandung der Bohrung 2 und dem konzentrisch in der Bohrung 2 geführten Draht wird ein sehr intensives Kavitationsfeld gebildet, in dem eine sehr intensive Reinigung der Drahtoberfläche von allen Verschmutzungen erfolgt. Die gelösten Verunreinigungen werden mit der Reinigungsflüssigkeit zu beiden Seiten der Bohrung 2 herausgespült. Die Reinigungsflüssigkeit kann nach einer entsprechenden Aufbereitung dem Prozeß erneut zugeführt werden.

[0022] Die Sonotrode 1 und der Biegeschwinger 3 schwingen mit einer in Abhängigkeit vom zu reinigenden Erzeugnis eingestellten Amplitude in der Luft. Die Sonotrode 1 regt den Biegeschwinger 3 punkt- oder linienförmig auf der Linie einer konstanten Amplitude an. Die Sonotrode ist vorzugsweise rechteckig ausgeführt, es kann jedoch auch eine runde Sonotrode 1 zum Einsatz kommen.

[0023] Es können auch Stoffbänder, Metallbänder, Seile oder dgl. gereinigt oder zur weiteren Bearbeitung vorbehandelt werden.

25 BEZUGSZEICHENLISTE

[0024]

1	Ultraschallwandler (Sonotrode)
2	Bohrung
3	Biegeschwinger
4	Bohrung
SK	Schwingungsknoten
US	Ultraschallschwingung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Reinigen von Drähten und Profilen mittels einer durch Ultraschall angeregten Flüssigkeit, die durch eine Bohrung einer in der Luft schwingenden Sonotrodenanordnung zusammen mit dem zu reinigenden Erzeugnis geführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aus einem Ultraschallwandler und aus einem daran angebrachten Biegeschwinger gebildete Sonotrodenanordnung mit einer hohen Amplitude von ca. 20 bis 250µm punkt- oder linienförmig auf der Linie einer konstanten Amplitude angeregt wird, wobei das zu reinigende Erzeugnis durch mindestens eine in der Längsachse des Biegeschwingers angeordnete und an den Querschnitt des zu reinigenden Erzeugnisses angepasste Bohrung geführt wird und die Reinigungsflüssigkeit die mindestens eine Bohrung voll ausfüllt.
2. Verfahren zum Reinigen von Drähten und Profilen mittels einer durch Ultraschall angeregten Flüssig-

keit, die durch eine Bohrung einer in der Luft schwingenden Sonotrodenanordnung zusammen mit dem zu reinigenden Erzeugnis geführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aus einem Ultraschallwandler und aus einem daran angebrachten Biegeschwinger gebildete Sonotrodenanordnung mit einer hohen Amplitude von ca. 20 bis 250µm punkt- oder linienförmig auf der Linie einer konstanten Amplitude angeregt wird, wobei das zu reinigende Erzeugnis durch mindestens eine jeweils an der Stelle eines Schwingungsmaximums quer zur Längsachse des Biegeschwingers angeordnete und an den Querschnitt des zu reinigenden Erzeugnisses angepasste Bohrung geführt wird und die Reinigungsflüssigkeit die mindestens eine Bohrung voll ausfüllt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zu reinigende Erzeugnis in der Bohrung konzentrisch ohne Berührung der Bohrungswandung geführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reinigungsflüssigkeit an dem Ort des Schwingungsknotens (SK) dem Biegeschwinger zugeführt wird.

5. Vorrichtung zum Reinigen von Drähten und Profilen mittels einer durch Ultraschall angeregten Flüssigkeit, die durch eine Bohrung einer in der Luft schwingenden Sonotrodenanordnung zusammen mit dem zu reinigenden Erzeugnis führbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sonotrodenanordnung einen Ultraschallwandler (1) und einen daran angebrachten Biegeschwinger (3) umfasst und mit einer hohen Amplitude von ca. 20 bis 250µm punkt- oder linienförmig auf der Linie einer konstanten Amplitude anregbar ist, wobei mindestens eine an den Querschnitt des zu reinigenden Erzeugnisses angepasste Bohrung (2) in der Längsachse des Biegeschwingers angeordnet ist, durch die das zu reinigende Erzeugnis führbar ist und die mindestens eine Bohrung (2) mit der Reinigungsflüssigkeit voll ausfüllbar ist.

6. Vorrichtung zum Reinigen von Drähten und Profilen mittels einer durch Ultraschall angeregten Flüssigkeit, die durch eine Bohrung einer in der Luft schwingenden Sonotrodenanordnung zusammen mit dem zu reinigenden Erzeugnis führbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sonotrodenanordnung einen Ultraschallwandler (1) und einen daran angebrachten Biegeschwinger (3) umfasst und mit einer hohen Amplitude von ca. 20 bis 250µm punkt- oder linienförmig auf der Linie einer konstanten Amplitude anregbar ist, wobei mindestens eine an den Querschnitt des zu reinigenden Erzeugnisses angepasste Bohrung (2) jeweils an

der Stelle eines Schwingungsmaximums quer zur Längsachse des Biegeschwingers angeordnet ist, durch die das zu reinigende Erzeugnis führbar ist und die mindestens eine Bohrung (2) mit der Reinigungsflüssigkeit voll ausfüllbar ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zu reinigende Erzeugnis in der Bohrung (2) konzentrisch ohne Berührung der Bohrungswandung führbar ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reinigungsflüssigkeit an dem Ort des Schwingungsknotens (SK) dem Biegeschwinger zuführbar ist.

Claims

1. Method for the cleaning of wires and profiles by means of an ultrasonically excited liquid which is conducted through a bore of a sonotrode arrangement vibrating in the air together with the product to be cleaned, **characterised in that** the sonotrode arrangement formed from an ultrasonic transformer and from a flexure-mode transducer attached thereto is excited with a high amplitude of approx. 20 to 250µm point-shaped or line-shaped on the line of a constant amplitude, where the product to be cleaned is conducted through at least one bore arranged in the longitudinal axis of the flexure-mode transducer and adapted to the cross-section of the product to be cleaned, and the cleaning liquid fully fills out this one bore at least.

2. Method for the cleaning of wires and profiles by means of an ultrasonically excited liquid which is conducted through a bore of a sonotrode arrangement vibrating in the air together with the product to be cleaned, **characterised in that** the sonotrode arrangement formed from an ultrasonic transformer and from a flexure-mode transducer attached thereto is excited with a high amplitude of approx. 20 to 250 µm point-shaped or line-shaped on the line of a constant amplitude, where the product to be cleaned is conducted through at least, in each case, one bore arranged at the location of a vibration maximum transverse to the longitudinal axis of the flexure-mode transducer and adapted to the cross-section of the product to be cleaned, and the cleaning liquid fully fills out this one bore at least.

3. Method according to one of the Claims 1 to 2, wherein the product to be cleaned is conducted concentrically in the bore without contacting the wall of the bore.

4. Method according to one of the Claims 1 to 2,

wherein the cleaning liquid is fed in at the location of the vibration node (SK) to the flexure-mode transducer.

5. Device for the cleaning of wires and profiles by means of an ultrasonically excited liquid which is conductible through a bore of a sonotrode arrangement vibrating in the air together with the product to be cleaned, **characterised in that** the sonotrode arrangement includes an ultrasonic transformer (1) and a flexure-mode transducer (3) attached thereto can be excited with a high amplitude of approx. 20 to 250 μm point-shaped or line-shaped on the line of a constant amplitude, where at least one bore (2) adapted to the cross-section of the product to be cleaned is arranged in the longitudinal axis of the flexure-mode transducer, through which the product to be cleaned is conductible and the one bore (2), at least, can be fully filled out with the cleaning liquid.
6. Device for the cleaning of wires and profiles by means of an ultrasonically excited liquid which is conductible through a bore of a sonotrode arrangement vibrating in the air together with the product to be cleaned, **characterised in that** the sonotrode arrangement includes an ultrasonic transformer (1) and a flexure-mode transducer (3) attached thereto can be excited with a high amplitude of approx. 20 to 250 μm point-shaped or line-shaped on the line of a constant amplitude, where at least one bore (2) adapted to the cross-section of the product to be cleaned is arranged, in each case, at the location of a vibration maximum transverse to the longitudinal axis of the flexure-mode transducer, through which the product to be cleaned is conductible and the one bore (2), at least, can be fully filled out with the cleaning liquid.
7. Device according to one of the Claims 5 to 6, wherein the product to be cleaned is conductible concentrically in the bore (2) without contacting the wall of the bore.
8. Device according to one of the Claims 5 to 6, wherein the cleaning liquid can be fed in at the location of the vibration node (SK) to the flexure-mode transducer.

Revendications

1. Procédé pour le nettoyage de fils et de profilés au moyen d'un liquide excité par des ultrasons qui est introduit avec le produit devant être nettoyé par un orifice d'un assemblage de sonotrodes oscillant dans l'air, **caractérisé en ce que** l'assemblage de sonotrodes se composant d'un transducteur ultra-

sonore et d'un résonateur de flexion fixé sur celui-ci se trouve excité avec une amplitude élevée d'environ 20 à 250 μm de façon ponctuelle ou linéaire sur la ligne d'une amplitude constante, avec le produit devant être nettoyé introduit par au moins un orifice placé dans l'axe de la longueur du résonateur de flexion et adapté à la section du produit devant être nettoyé et le liquide de nettoyage remplissant entièrement au moins un orifice.

2. Procédé pour le nettoyage de fils et de profilés au moyen d'un liquide excité par des ultrasons qui est introduit avec le produit devant être nettoyé par un orifice d'un assemblage de sonotrodes oscillant dans l'air, **caractérisé en ce que** l'assemblage de sonotrodes se composant d'un transducteur ultrasonore et d'un résonateur de flexion fixé sur celui-ci se trouve excité avec une amplitude élevée d'environ 20 à 250 μm de façon ponctuelle ou linéaire sur la ligne d'une amplitude constante, avec le produit devant être nettoyé introduit par au moins un orifice placé à l'endroit d'une crête d'oscillation transversalement à l'axe de la longueur du résonateur de flexion et adapté à la section du produit devant être nettoyé et le liquide de nettoyage remplissant entièrement au moins un orifice.
3. Procédé selon une des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** le produit devant être nettoyé est introduit dans l'orifice de façon concentrique sans toucher les parois de l'orifice.
4. Procédé selon une des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** le liquide de nettoyage est introduit à l'endroit du noeud de vibration (SK) du résonateur de flexion.
5. Dispositif pour le nettoyage de fils et de profilés au moyen d'un liquide excité par des ultrasons qui peut être introduit avec le produit devant être nettoyé par un orifice d'un assemblage de sonotrodes oscillant dans l'air, **caractérisé en ce que** l'assemblage de sonotrodes se compose d'un transducteur ultrasonore (1) et d'un résonateur de flexion (3) fixé sur celui-ci et peut être excité avec une amplitude élevée d'environ 20 à 250 μm de façon ponctuelle ou linéaire sur la ligne d'une amplitude constante, avec au moins un orifice (2) adapté à la section du produit devant être nettoyé placé transversalement à l'axe de la longueur du résonateur de flexion, par lequel le produit devant être nettoyé peut être introduit et le liquide de nettoyage pouvant remplir entièrement au moins un orifice (2).
6. Dispositif pour le nettoyage de fils et de profilés au moyen d'un liquide excité par des ultrasons qui peut être introduit avec le produit devant être nettoyé par un orifice d'un assemblage de sonotrodes oscillant

dans l'air, **caractérisé en ce que** l'assemblage de sonotrodes se compose d'un transducteur ultrasonore (1) et d'un résonateur de flexion (3) fixé sur celui-ci et peut être excité avec une amplitude élevée d'environ 20 à 250 μm de façon ponctuelle ou linéaire sur la ligne d'une amplitude constante, avec au moins un orifice (2) adapté à la section du produit devant être nettoyé placé à l'endroit d'une crête d'oscillation transversalement à l'axe de la longueur du résonateur de flexion, par lequel le produit devant être nettoyé peut être introduit et le liquide de nettoyage pouvant remplir entièrement au moins un orifice (2).

7. Dispositif selon une des revendications 5 à 6, **caractérisé en ce que** le produit devant être nettoyé peut être introduit dans l'orifice (2) de façon concentrique sans toucher les parois de l'orifice.
8. Dispositif selon une des revendications 5 à 6, **caractérisé en ce que** le liquide de nettoyage peut être introduit à l'endroit du noeud de vibration (SK) du résonateur de flexion.

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

