



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 667 599 A5

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑤① Int. Cl.⁴: B 01 L 3/14
B 01 J 19/10
B 01 F 11/02

⑫ FASCICULE DU BREVET A5

⑳ Numéro de la demande: 4931/86

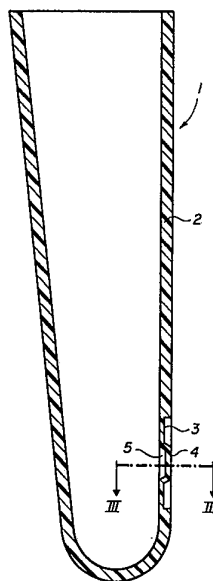
㉔ Date de dépôt: 11.12.1986

㉔ Brevet délivré le: 31.10.1988

④⑤ Fascicule du brevet
publié le: 31.10.1988㉔ Titulaire(s):
Battelle Memorial Institute, Carouge GE㉔ Inventeur(s):
Ringrose, Antony, Chêne-Bougeries㉔ Mandataire:
Blasco Dousse, Carouge GE

⑤④ Enceinte destinée à contenir un milieu liquide.

⑤⑦ Cette enceinte (1) comporte une membrane (3) ménagée dans sa paroi (2) et dont le centre présente une portion circulaire plus épaisse (4), dans la face interne de laquelle une rainure (5) est ménagée. La portion centrale (4) reliée élastiquement à la paroi (2) par la membrane (3) est destinée à venir en contact avec l'extrémité d'un transducteur ultrasonique. La rainure (5) sert à engendrer un phénomène de cavitation dans le liquide contenu dans l'enceinte (1) en vue de le mélanger.



REVENDICATIONS

1. Enceinte destinée à contenir un milieu liquide dans lequel doit être engendré un phénomène de cavitation par transmission d'ultrasons à l'aide d'un transducteur ultrasonique mis en contact avec la face externe de la paroi de cette enceinte, caractérisée par le fait que la face interne de cette paroi destinée à être en contact avec le milieu liquide présente au moins une partie rentrante dans l'épaisseur de cette paroi, disposée dans une portion de cette paroi dont la face externe est destinée à venir en appui contre l'extrémité dudit transducteur.

2. Enceinte selon la revendication 1, caractérisée par le fait que ladite portion de paroi est entourée d'une zone d'épaisseur réduite, susceptible de fléchir élastiquement par rapport à cette paroi lorsque l'extrémité dudit transducteur est appliquée contre elle.

3. Enceinte selon la revendication 2, caractérisée par le fait que ladite paroi présentant ladite zone délimitée de rigidité réduite est plane.

4. Enceinte selon la revendication 2, caractérisée par le fait que tant ladite paroi que ladite zone délimitée de rigidité réduite sont réalisées en une pièce de matière plastique injectée.

5. Enceinte selon la revendication 2, caractérisée par le fait que ladite zone délimitée de rigidité réduite comporte une partie élastique de forme annulaire reliant une partie centrale plus rigide au reste de la paroi de cette enceinte.

DESCRIPTION

La présente invention se rapporte à une enceinte destinée à contenir un milieu liquide dans lequel doit être engendré un phénomène de cavitation par transmission d'ultrasons à l'aide d'un transducteur ultrasonique mis en contact avec la face externe de la paroi de cette enceinte.

On sait depuis longtemps que la transmission d'ultrasons à travers un liquide engendre des phénomènes de cavitation. Cette propriété est utilisée soit pour le nettoyage de surfaces en contact avec ce liquide, soit pour l'homogénéisation du liquide réunissant plusieurs substances et/ou contenant des suspensions solides, soit encore pour former un brouillard.

Il a déjà été proposé, notamment dans le FR-A-2 344 329, de transmettre les ultrasons à travers la paroi d'un conduit, en vue d'homogénéiser un liquide. Pour que cette transmission soit efficace, il est nécessaire de former un réseau de vibrations stationnaires sur la paroi du conduit qui est ainsi quadrillé par des ventres ou zones actives de vibrations. Dans la solution proposée dans ce document, une extrémité du conduit est fixée à une embase rigide et l'autre extrémité est libre, la sonotrode solidaire de la même embase que le tube étant appliquée avec une pression importante contre la paroi de celui-ci. Une telle solution n'est efficace qu'à condition qu'une extrémité du tube soit reliée rigidement à un bâti et que la masse de celui-ci soit importante. Lorsque ces conditions ne peuvent pas être réunies, cette solution est inapplicable.

On sait que dans le cas d'analyses chimiques, notamment d'analyses de liquides biologiques, le problème de l'homogénéisation est délicat à résoudre, notamment dans un processus d'analyse automatisé. Or, la qualité de l'homogénéisation des liquides à analyser est un facteur important dans la précision de la mesure.

Il existe différentes techniques pour mélanger des liquides dans le domaine de l'analyse; le plus courant est l'agitation de l'enceinte contenant la substance à mélanger. Cette technique est essentiellement manuelle et ne se prête pas à un processus d'analyse automatique; en outre, son efficacité est aléatoire, notamment au niveau moléculaire. On a également proposé une technique de brassage par aspiration et expulsion répétées du liquide à homogénéiser, à l'aide d'une pipette. Ce mode de mélange est relativement efficace; toutefois il présente deux graves inconvénients, celui du risque de contamination des différents échantillons à analyser et le fait qu'il est im-

possible de garantir qu'aucune goutte de liquide ne reste accrochée à la pipette, faussant ainsi le dosage. La tendance des modes d'analyse étant de travailler avec des volumes d'échantillons très petits, l'importance de ce prélèvement de gouttes sur la précision est d'autant plus grande que le volume d'échantillon est réduit.

Il faut encore relever qu'en raison des volumes très faibles analysés, l'efficacité de la technique de mélange par agitation de l'enceinte est encore réduite en raison de l'importance des forces capillaires qui s'exercent sur du liquide placé dans une enceinte de très petit volume, généralement tubulaire.

Le but de la présente invention est de remédier aux inconvénients des solutions susmentionnées.

A cet effet, la présente invention a pour objet une enceinte, destinée à contenir un milieu liquide dans lequel doit être engendré un phénomène de cavitation, selon la revendication 1.

La solution proposée permet l'adaptation de la technique de mélange par ultrasons à des enceintes, sans nécessiter la mise en vibration de toute la paroi de cette enceinte et la liaison rigide d'une extrémité de cette enceinte à un bâti. De ce fait, cette solution est notamment applicable à des tubes ou à des cuvettes montés de façon amovible sur un organe transporteur tel qu'un plateau transporteur d'une installation d'analyse automatique, destiné à amener les tubes ou cuvettes vis-à-vis de différents postes de travail. Cette solution résout en outre le problème de la contamination des échantillons, de même que celui relatif à l'intégrité du volume d'échantillon et de réactif placés dans l'enceinte d'analyse. Cette solution est donc particulièrement bien adaptée à l'homogénéisation de substances liquides, dans le cadre d'une installation d'analyse automatique. De plus, la qualité de l'homogénéisation obtenue par application d'ultrasons avec une telle enceinte est d'une efficacité et d'une reproductibilité remarquables.

Dans un premier temps, on a pensé qu'il suffisait de ménager sur la paroi de l'enceinte une zone élastique semblable à une membrane et d'appliquer l'extrémité d'un transducteur ultrasonique contre cette zone élastique. Des essais réalisés dans ces conditions avec un milieu liquide, dans lequel doit être répartie uniformément une phase solide, ont montré que l'effet de mélange lié à la cavitation n'était pas constant. Il est apparu que les ultrasons transmis à travers la membrane élastique n'engendraient pas toujours de la cavitation et que cela n'était pas lié à l'élasticité de la membrane. C'est alors que l'on a constaté que les seules parois qui permettaient d'engendrer de la cavitation étaient celles qui présentaient des fissures induites consécutivement à l'application du transducteur ultrasonique. Etant donné que, sous l'effet de la pression exercée sur la membrane élastique par le transducteur, les bords de la fissure s'écartent en allant vers la face interne de la paroi, on a eu l'idée d'essayer de reproduire le même effet sans fissure mais avec de petites rainures ménagées sur la face interne. Ces essais ont permis de démontrer que la présence de rainures, voire même de simples cônes rentrants réalisés par des pointes chaudes, permettait d'obtenir un effet de cavitation. Ces essais ont aussi montré que la présence de la membrane permet essentiellement d'améliorer le contact entre l'extrémité de la sonotrode et la paroi de l'enceinte.

Le dessin annexé illustre, schématiquement et à titre d'exemple, une forme d'exécution de l'enceinte objet de la présente invention.

La fig. 1 est une vue en élévation de face de cette forme d'exécution.

La fig. 2 est une vue en coupe agrandie selon la ligne II-II de la fig. 1.

La fig. 3 est une vue en coupe selon la ligne III-III de la fig. 2.

La forme d'exécution des fig. 1 à 3 est constituée par un élément tubulaire 1 de section rectangulaire et s'évasant légèrement vers le haut, destiné à recevoir un échantillon à analyser avec son ou ses réactifs appropriés.

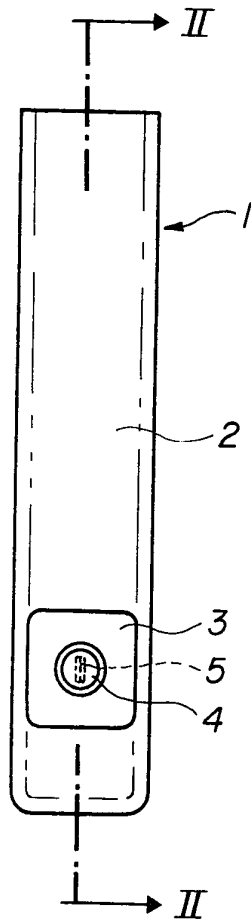
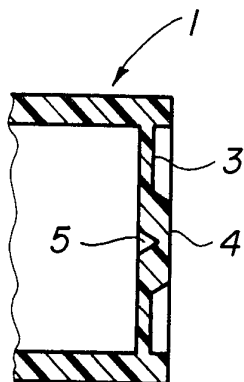
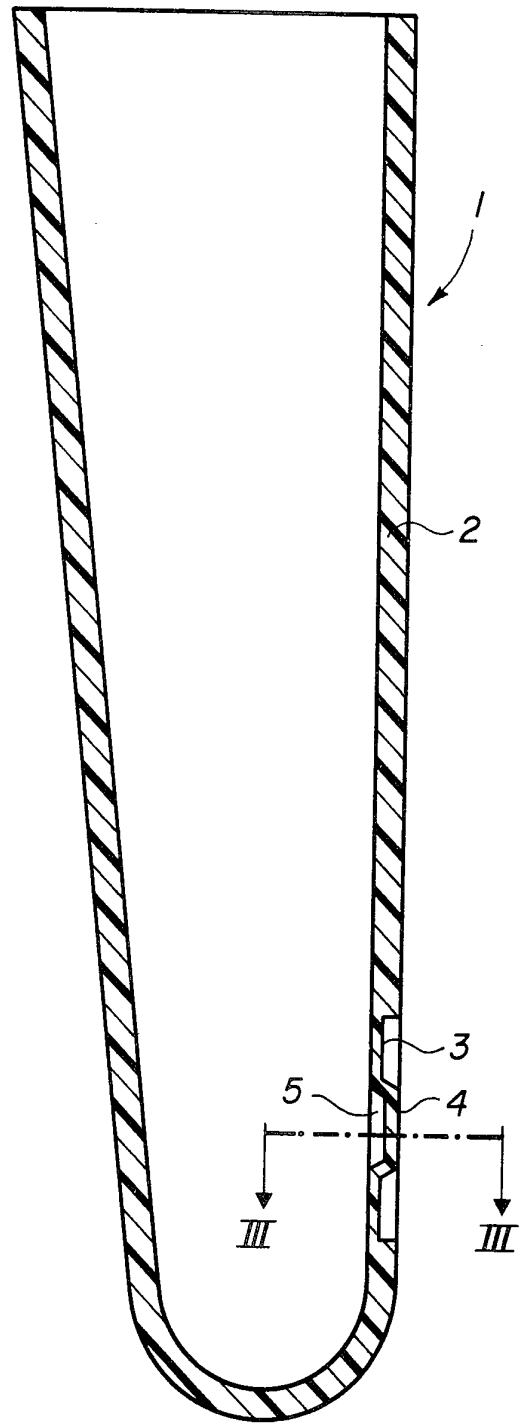
La paroi latérale 2 présente une portion 3 de forme carrée avec des angles arrondis dans laquelle la paroi est amincie afin de lui conférer une certaine élasticité. Cette portion amincie 3 entoure une

portion circulaire 4 de même épaisseur que celle de la paroi entourant la portion amincie 3. Les parois de cet élément tubulaire 1 sont relativement rigides, elles sont réalisées en polystyrène ou en polyacrylique injecté de 0,8 mm d'épaisseur, alors que la portion amincie 3 a une épaisseur de 0,3 mm et une largeur minimum de 2 mm, la portion circulaire 4 a 2 mm de diamètre. Ces dimensions ne sont pas critiques et peuvent être modifiées dans des proportions assez larges. De même, la portion amincie 3 pourrait avoir une forme annulaire. La présence de la portion circulaire 4 plus épaisse sert de surface d'appui à l'extrémité de la sonotrode (non représentée) destinée à induire des vibrations ultrasoniques. Cette portion circulaire renforce la membrane formée par la zone amincie 3.

Sur la face interne de la paroi de cette enceinte tubulaire 1 au centre de la portion circulaire 4, une rainure 5 est ménagée. Le rôle de cette rainure est déterminant pour induire de la cavitation dans le milieu liquide. Sans la présence d'une telle rainure, le déclenchement de la cavitation et l'obtention d'un mélange homogène dans ce milieu liquide ne s'observent qu'avec l'application d'une excitation

ultrasonore de puissance bien plus importante. Sans proposer une explication exacte du phénomène, la rainure semble agir comme adaptateur d'impédance acoustique entre la sonotrode et le milieu liquide, améliorant ainsi le transfert d'énergie, et permettant de déclencher la cavitation avec une puissance de sonotrode relativement faible.

Différents essais d'homogénéisation de suspensions solides ont été réalisés notamment avec des éléments tubulaires réalisés sans rainure 5, et avec les éléments tubulaires 1 tels que décrits précédemment. Ces tests ont montré que l'on ne peut pas obtenir une homogénéisation des suspensions solides dans le liquide à l'aide d'un transducteur ultrasonique appliqué contre la paroi de l'élément tubulaire sans rainure. En outre, la présence de la paroi amincie 3 est extrêmement souhaitable dans la mesure où elle assure un contact étroit entre la sonotrode et la paroi de l'enceinte. Elle permet d'obtenir l'homogénéisation facilement, de manière répétitive et rapide. Les effets de l'agitation du liquide consécutivement au phénomène de cavitation sont visibles à l'œil nu.

**FIG. 1****FIG. 3****FIG. 2**