



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 425 671 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG
veröffentlicht nach Art. 158 Abs. 3
EPÜ

21 Anmeldenummer: **89909455.1**

51 Int. Cl.⁵: **B08B 3/12**

22 Anmeldetag: **17.05.89**

86 Internationale Anmeldenummer:
PCT/SU89/00121

87 Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 90/14175 (29.11.90 90/27)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.05.91 Patentblatt 91/19

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI SE

71 Anmelder: **MINSKY RADIOTEKHNICHESKY**
INSTITUT
ul.P.Brovki, 6
Minsk, 220600(SU)

72 Erfinder: **SAMARIN, Igor Albertovich**

ul. Asanalieva, 36-134

Minsk, 220024(SU)

Erfinder: **TYAVLOVSKY, Mikhail Dominikovich**

ul. Chicherina, 4-15

Minsk, 220029(SU)

74 Vertreter: **Füchsle, Klaus, Dipl.-Ing. et al**
Hoffmann . Eitle & Partner Patentanwälte
Arabellastrasse 4
W-8000 München 81(DE)

54 **EINRICHTUNG ZUR ULTRASCHALLBEARBEITUNG VON WERKSTÜCKEN IN EINEM FLÜSSIGEN MEDIUM.**

57 Die Einrichtung zur Ultraschallbearbeitung von Werkstücken in einem flüssigen Medium enthält zwei Gruppen (2,3) von elektroakustischen Wandlern (4), die auf einem mit einem flüssigen Medium (8) gefüllten elastischen Element (7) schachbrettartig in einem Abstand von den zu bearbeitenden Werkstücken (9) angeordnet sind. Die elektroakustischen Wandler (4) der Gruppe (2) sind an den Ausgang des Ultraschallfrequenzgenerators (1) angeschlossen. Die elektroakustischen Wandler (4) der Gruppe (3) sind mit dem Ausgang des Generators (1) über einen Phasenimpulsmodulator (5) verbunden, der mit einem Sägezahnspannungsgenerator (6) in Verbindung steht.

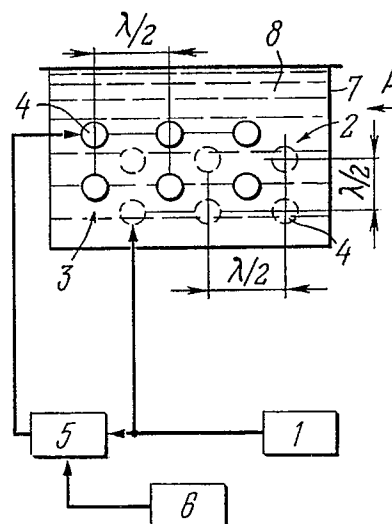


FIG. 1

EP 0 425 671 A1

EINRICHTUNG ZUR ULTRASCHALLBEARBEITUNG VON WERKSTÜCKEN IN EINEM FLÜSSIGEN MEDIUM

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Einrichtungen zur Übertragung von mechnischen Schwingungen der Ultraschallfrequenz in ein flüssiges Medium und betrifft insbesondere Einrichtungen zur Ultraschallbearbeitung von Werkstücken in einem flüssigen Medium.

Zugrundeliegender Stand der Technik

Es ist eine Einrichtung zur Ultraschallbearbeitung von Werkstücken in einem flüssigen Medium bekannt, die einen Ultraschallfrequenzgenerator enthält, der an zwei Gruppen von elektroakustischen Wandlern direkt angeschlossen ist, die auf einem elastischen Element in einigem Abstand von den im flüssigen Medium untergebrachten zu bearbeitenden Werkstücken in der Weise angeordnet sind, daß die elektroakustischen Wandler der einen Gruppe zwischen den elektroakustischen Wandlern der anderen Gruppe liegen (SU, A, 262529).

Der direkte Anschluß des Ultraschallfrequenzgenerators an die beiden Gruppen der elektroakustischen Wandler führt in der genannten Einrichtung dazu, daß die Ultraschallbearbeitung der Werkstücke von Maximal- und Minimalwerten des Schalldrucks auf die Werkstücke im flüssigen Medium, die wegen einer Interferenz von Ultraschallschwingungen entstehen die im Volumen des flüssigen Mediums durch die beiden Gruppen der elektroakustischen Wandler erzeugt werden, beeinflusst wird. Infolgedessen entstehen Bereiche mit einem erhöhten Schalldruck und Stillstandszonen, was zu einer ungleichmäßigen Bearbeitung der Werkstücke und folglich zu einer Verschlechterung der Oberflächengüte der Werkstücke führt.

Es ist eine Einrichtung zur Ultraschallbearbeitung von Werkstücken in einem flüssigen Medium bekannt, die einen Ultraschallfrequenzgenerator und zwei Gruppen von elektroakustischen Wandlern enthält, von denen eine an den Ausgang des Ultraschallfrequenzgenerators direkt angeschlossen und die andere mit dem Ausgang des Ultraschallfrequenzgenerators elektrisch verbunden ist, während die beiden Gruppen auf einem mit einem flüssigen Medium gefüllten elastischen Element in einigem Abstand von den im flüssigen Medium untergebrachten zu bearbeitenden Werkstücken in der Weise angeordnet sind, daß die elektroakustischen Wandler der einen Gruppe zwischen den elektroakustischen Wandlern der anderen Gruppe liegen (SU, A, 460074).

In der genannten Einrichtung kommt die elek-

trische Verbindung des Ultraschallfrequenzgenerators mit einer der Gruppen der elektroakustischen Wandler über einen Phasenschieber zustande. Dies gestattet es, eine gleichmäßige, jedoch nur einseitige und nur für das gegebene Werkstück zutreffende Werkstückbearbeitung durch Nachstellung des Phasenschiebers zu ermöglichen.

Bei der Bearbeitung von flachen großen Werkstücken, beispielsweise von gedruckten Leiterplatten oder Magnetspeicherplatten, wird allerdings eine qualitätsgerechte zweiseitige Werkstückbearbeitung verlangt. Durch die besagte Einrichtung wird das nicht gesichert.

Darüber hinaus wird bei einer Formänderung von zu bearbeitenden Werkstücken in jedem konkreten Fall eine zusätzliche Nachstellung des Phasenschiebers erforderlich.

Die genannte Einrichtung gewährleistet also keine gleichmäßige Einwirkung der Ultraschallschwingungen auf die Oberfläche des gesamten Werkstücks und folglich auch keine zweiseitige gleichmäßige Bearbeitung der Gesamtläche von Werkstücken verschiedener Form, darunter auch von großen Werkstücken, was zu einer niedrigen Oberflächengüte der Werkstücke führt.

Offenbarung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Ultraschallbearbeitung von Werkstücken in einem flüssigen Medium zu schaffen, in der die elektroakustischen Wandler mit dem Ultraschallfrequenzgenerator derart elektrisch verbunden sind, daß eine gleichmäßige Einwirkung, der Ultraschallschwingungen auf die Gesamtläche von Werkstücken, darunter auch von großen Werkstücken, gewährleistet ist.

Dies wird dadurch erreicht, daß in der Einrichtung zur Ultraschallbearbeitung von Werkstücken in einem flüssigen Medium, die einen Ultraschallfrequenzgenerator und zwei Gruppen von elektroakustischen Wandlern enthält, von denen eine an den Ausgang des Ultraschallfrequenzgenerators direkt angeschlossen und die andere mit dem Ausgang des Ultraschallfrequenzgenerators elektrisch verbunden ist, während die beiden Gruppen auf einem mit einem flüssigen Medium gefüllten elastischen Element in einigem Abstand von den im flüssigen Medium untergebrachten zu bearbeitenden Werkstücken in der Weise angeordnet sind, daß die elektroakustischen Wandler der einen Gruppe zwischen den elektroakustischen Wandlern der anderen Gruppe liegen, gemäß der Erfindung eine Reihenschaltung von einem Sägezahnspannungsgene-

rator und einem Phasenimpulsmodulator vorgesehen ist, wobei die elektrische Verbindung der einen der Gruppen der elektroakustischen Wandler mit dem Ultraschallfrequenzgenerator über den Phasenimpulsmodulator zustande kommt.

Die Einführung des Sägezahnspannungsgenerators und des Phasenmodulators in die zu patentierende Einrichtung zur Ultraschallbearbeitung von Werkstücken in einem flüssigen Medium, deren elektrische Reihenschaltung und die Realisierung der elektrischen Verbindung einer der Gruppen der elektroakustischen Wandler mit dem Ultraschallfrequenzgenerator über den Phasenimpulsmodulator gestatten es, die stationäre Art der Verteilung der Maxima und Minima von Biegeschwingungen auf der Strahlungsfläche des elastischen Elements auszuschließen und dadurch die Gleichmäßigkeit der Einwirkung der Ultraschallschwingungen auf die Gesamtfläche der zu bearbeitenden Werkstücke zu erhöhen, während die gleichmäßigere Einwirkung der Ultraschallschwingungen eine Zerstörung von Werkstückabschnitten und unbearbeitete Abschnitte dieser Werkstücke ausschließt und für eine Verbesserung der Oberflächengüte der Werkstücke bei deren Bearbeitung im flüssigen Medium sorgt.

Die gleichzeitige zweiseitige Werkstückbearbeitung reduziert die Bearbeitungszeit um das Zweifache.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend durch Beschreibung eines konkreten Ausführungsbeispiels anhand von beiliegenden Zeichnungen erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 das Prinzipschaltbild einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Ultraschallbearbeitung von Werkstücken in einem flüssigen Medium (das elastische Element der Einrichtung ist in Frontansicht dargestellt);

Fig. 2 eine Ansicht in Pfeilrichtung A von Fig. 1;

Fig. 3 das elastische Element der Einrichtung nach Fig. 1 (in Draufsicht mit einer Vergrößerung) und eine grafische Darstellung von Schwingungsamplituden dieses elastischen Elements.

Beste Ausführungsform der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Ultraschallbearbeitung von Werkstücken in einem flüssigen Medium enthält einen Ultraschallfrequenzgenerator 1 (Fig. 1) und zwei Gruppen 2 und 3 von elektroakustischen Wandlern 4. Die Gruppe 2 der elektroakustischen Wandler 4 ist an den Ausgang des Generators 1 direkt angeschlossen. Die Gruppe 3 der elektroakustischen Wandler 4 ist mit dem

Ausgang des Generators 1 über einen Phasenimpulsmodulator 5 elektrisch verbunden, der mit dem Ausgang eines Sägezahnspannungsgenerators 6 in Verbindung steht.

Die beiden Gruppen 2 und 3 der elektroakustischen Wandler 4 sind auf einem in Form einer Wanne ausgeführten elastischen Element 7 in einem Abstand von in einem die Wanne ausfüllenden flüssigen Medium 8 untergebracht zu bearbeitenden Werkstücken 9 (Fig. 2) in der Weise angeordnet, daß die elektroakustischen Wandler 4 der einen Gruppe 2 zwischen den elektroakustischen Wandlern 4 der Gruppe 3, wie in Fig. 1 gezeigt, liegen.

In der hier beschriebenen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung werden als elektroakustische Wandler 4 Magnetostruktions- oder Piezokeramik-Ultraschallwandler eingesetzt.

Die elektroakustischen Wandler 4 (Fig. 1 und 2) sind in jeder Gruppe 2 und 3 in Reihen angeordnet und gegeneinander um einen Abstand versetzt, der einer Halbwellenlänge $\lambda/2$ der Ultraschallschwingungen im flüssigen Medium 8 gleich ist.

In der erfindungsgemäßen Einrichtung sind die Gruppen 2 (Fig. 1) und 3 der elektroakustischen Wandler 4 einander gegenüber an den entgegengesetzten Wannenwänden in der Weise angeordnet, daß die elektroakustischen Wandler 4 der Gruppe 2 und der Gruppe 3 in der Gesamtheit eine Schachbrettanordnung mit einer Verschiebung bilden, die einer Viertelwellenlänge $\lambda/4$ der Ultraschallschwingungen im flüssigen Medium 8 gleich ist.

In Fig. 1 sind die elektroakustischen Wandler 4 der Gruppe 2 zur anschaulichen Darlegung und zum Verständnis des Erfindungswesens gestrichelt angedeutet.

In der hier beschriebenen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung können als Sägezahnspannungsgenerator 6 und Phasenimpulsformer 5 ein den auf dem betreffenden Gebiet tätigen Fachleuten weit bekannter und für die genannten Ziele und Aufgaben geeigneter Sägezahnspannungsgenerator bzw. Phasenimpulsmodulator, wie sie in "Poluprovodnikovaya skhemotekhnika" (Halbleiterschaltungstechnik), 1982, Verlag "Mir" (Moskau) von Tittse u.a. geschildert sind, benutzt werden.

Die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Ultraschallbearbeitung von Werkstücken in einem flüssigen Medium besteht in folgendem.

Der Ultraschallfrequenzgenerator 1 (Fig. 1) erzeugt eine elektrische Spannung, die sich nach dem Sinusgesetz mit einer Frequenz ändert, die der Betriebsfrequenz der elektroakustischen Wandler 4 gleich ist. Diese Spannung wird auf die elektroakustischen Wandler 4 der Gruppe 2 direkt ge-

geben, wodurch diese auf der Eigenfrequenz erregt werden, was die Entstehung von Ultraschallschwingungen im flüssigen Medium 8 zur Folge hat.

Zugleich wird die Spannung der Ultraschallfrequenz vom Ausgang des Ultraschallfrequenzgenerators 1 auch an einen der Eingänge des Phasenimpulsmodulators 5 angelegt, an dessen anderen Eingang eine Sägezahnspannung vom Ausgang des Sägezahnspannungsgenerators 6 geliefert wird. Die phasenmodulierte Spannung der Ultraschallfrequenz gelangt vom Ausgang des Phasenimpulsmodulators 5 auf die Gruppe 3 der elektroakustischen Wandler 4.

Die Amplitude der Verschiebungen der Schwingungen der Strahlungsfläche des elastischen Elements 7 (Fig. 3), die durch die Gruppe 3 der elektroakustischen Wandler 4 erzeugt werden, ändert sich nach dem Sinusgesetz mit einer Ultraschallfrequenz ω und einer Phase, die sich auch sinusoidal mit einer Modulationsfrequenz Ω ändert. Hierbei hat die Verteilung der Verschiebungen einen nichtstationären Charakter und verschiebt sich auf der Strahlungsfläche des elastischen Elements 7 vom Verlauf einer Kurve 10 bis zum Verlauf einer Kurve 11 um einen Wert von L und zurück, wie dies in Fig. 3 gezeigt ist.

Infolge der Summation von durch die Gruppen 2 und 3 der elektroakustischen Wandler 4 erzeugten Schwingungen entsteht im flüssigen Medium 8 keine Interferenz, weil die Schwingungen unterschiedliche Phasen aufweisen. Auf der Oberfläche der zu bearbeitenden Werkstücke 9 sind also keine Stillstandszonen zu verzeichnen, was eine Erhöhung der Gleichmäßigkeit der Bearbeitung der Gesamtoberfläche der beidseitig zu bearbeitenden Werkstücke nach sich zieht.

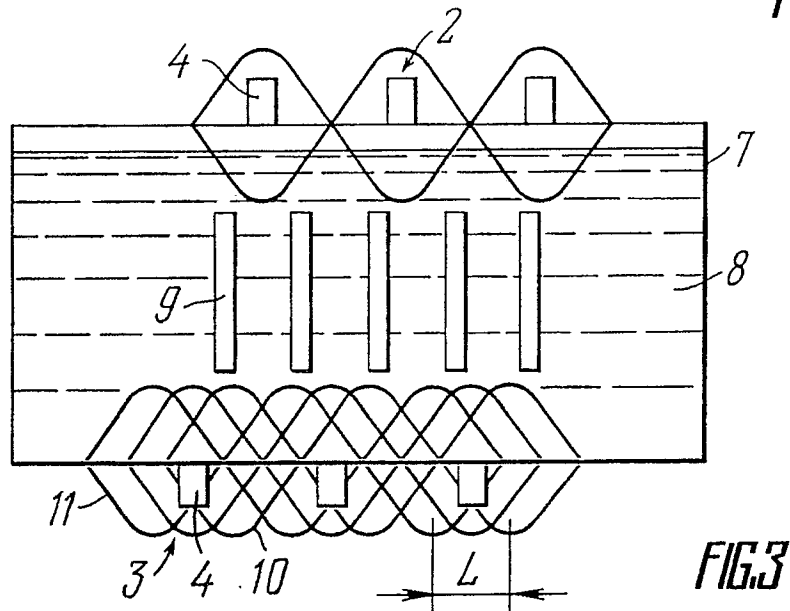
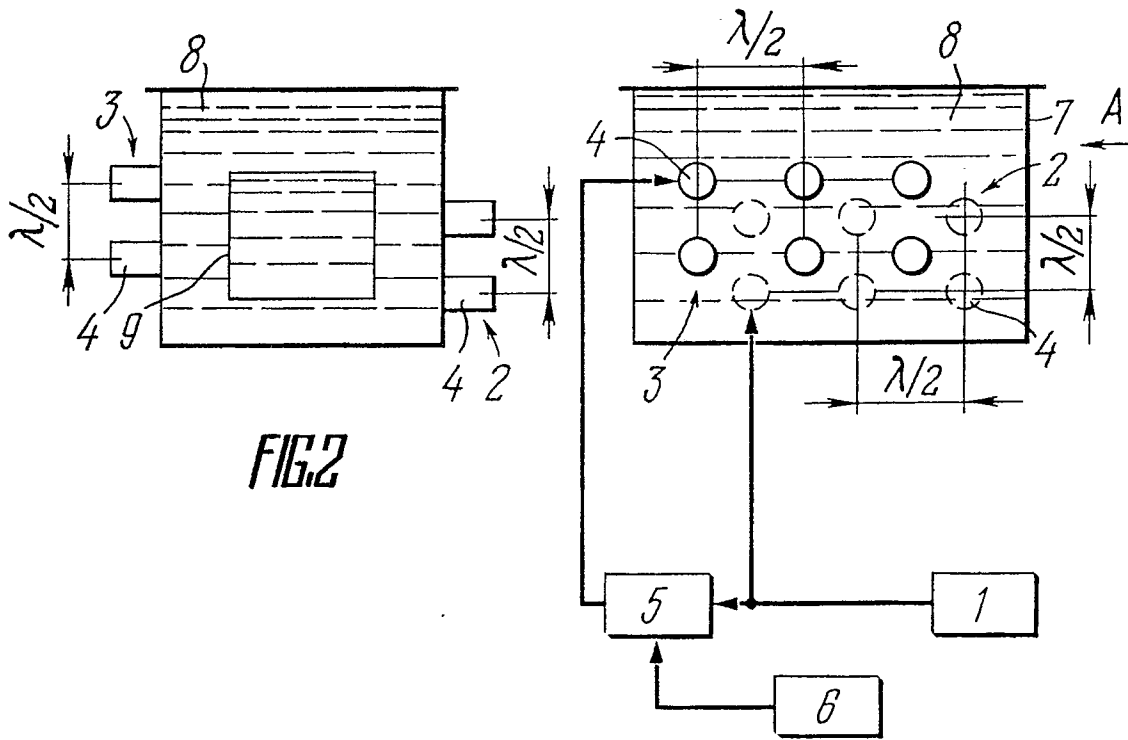
Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Ultraschallbearbeitung von Werkstücken in einem flüssigen Medium gewährleistet eine hohe Gleichmäßigkeit der gleichzeitigen Bearbeitung der Gesamtoberfläche der Werkstücke unabhängig von deren Konfiguration ohne zusätzliche Nachstellung des Ultraschallfrequenzgenerators bei einem Wechsel des flüssigen Mediums und einer Änderung der Konfiguration der zu bearbeitenden Werkstücke.

Industrielle Anwendbarkeit

Die Einrichtung zur Ultraschallbearbeitung von Werkstücken in einem flüssigen Medium kann bei der Durchführung des Putzens der Werkstücke, beim Entfetten, Emulgieren, Durchtränken und Ätzen derselben eingesetzt werden.

1. Einrichtung zur Ultraschallbearbeitung von Werkstücken in einem flüssigen Medium, die einen Ultraschallfrequenzgenerator (1) und zwei Gruppen (2, 3) von elektroakustischen Wandlern (4) enthält, von denen eine (2) an den Ausgang des Ultraschallfrequenzgenerators (1) direkt angeschlossen und die andere (3) mit dem Ausgang des Ultraschallfrequenzgenerators (1) elektrisch verbunden ist, während die beiden Gruppen (2, 3) auf einem mit einem flüssigen Medium (8) gefüllten elastischen Element (7) in einem Abstand von den im flüssigen Medium (8) untergebrachten zu bearbeitenden Werkstücken (9) in der Weise angeordnet sind, daß die elektroakustischen Wandler (4) der einen Gruppe (2) zwischen den elektroakustischen Wandlern (4) der anderen Gruppe (3) liegen, dadurch **gekennzeichnet**, daß darin eine Reihenschaltung von einem Sägezahnspannungsgenerator (6) und einem Phasenimpulsmodulator (5) vorgesehen ist, wobei die elektrische Verbindung der einen (3) der Gruppen der elektroakustischen Wandler (4) mit dem Ultraschallfrequenzgenerator (1) über den Phasenimpulsmodulator (5) zustande kommt.

Ansprüche



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/SU 89/00121

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. ⁵ B 08 B 3/12		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. ⁵	B 08 B 1/00 ÷ 1/08, B 08 B 3/12	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the extent that such Documents are included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	US, A, 4311157 (ROCK OIL CORPORATION), 19 January 1982 (19.01.82) see the abstract	1
A	SU, A1, 558722 (B.A. Agranat et al.), 14 July 1977 (14.07.77), see the claims and figure 1	1
A	SU, A1, 925437 (V.S. Galkov et al.) 07 May 1982 (07.05.82), see the claims and figure 4	1

* Special categories of cited documents: ¹⁰ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "A" document member of the same patent family		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
09 January 1990 (09.01.90)	09 February 1990 (09.02.90)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
ISA/SU		