

(19)



(11)

**EP 4 501 461 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**05.02.2025 Patentblatt 2025/06**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B05B 1/26<sup>(2006.01)</sup> B05B 12/08<sup>(2006.01)</sup>**  
**B05B 17/06<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **24191415.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B05B 1/26; B05B 12/081; B05B 17/0607;**  
**B08B 3/12**

(22) Anmeldetag: **29.07.2024**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL**  
**NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**GE KH MA MD TN**

(72) Erfinder:  
• **BRUNNER, Johann**  
**75217 Birkenfeld (DE)**  
• **GLAUNER, Thomas**  
**75334 Straubenhardt-Schwann (DE)**  
  
(74) Vertreter: **Patentanwälte**  
**Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner mbB**  
**Kronenstraße 30**  
**70174 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **01.08.2023 DE 102023120366**

(71) Anmelder: **SONOSYS Ultraschallsysteme GmbH**  
**75305 Neuenbürg (DE)**

### (54) REINIGUNGSSYSTEM UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES REINIGUNGSSYSTEMS

(57) Reinigungssystem (10) mit wenigstens einer Düse (18) zum Durchleiten einer Reinigungsflüssigkeit, wenigstens einem piezoelektrischen Element zum Umwandeln eines elektrischen Signals in mechanische Schwingungen und wenigstens einem Signalgenerator (12) zum Erzeugen des elektrischen Signals, wobei das Signal zu dem piezoelektrischen Element übertragen wird und die vom piezoelektrischen Element erzeugten

mechanischen Schwingungen in die Reinigungsflüssigkeit eingeleitet werden, wobei das wenigstens eine piezoelektrische Element in der wenigstens einen Düse (18) angeordnet ist und wobei der Signalgenerator (12) Mittel zur Impedanzerkennung aufweist, um eine elektrische Impedanz des piezoelektrischen Elements zu erfassen und zu überwachen, insbesondere während des Betriebs des Reinigungssystems.

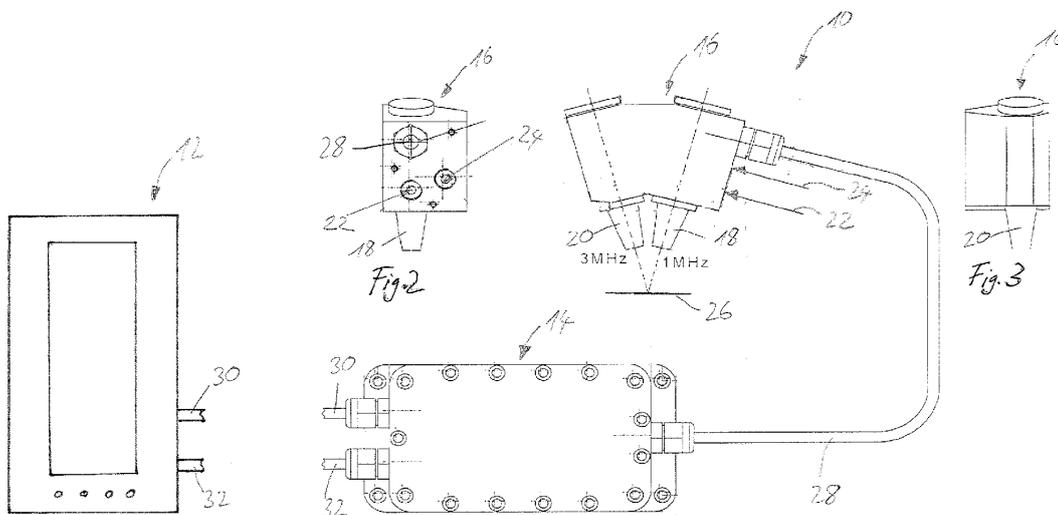


Fig. 1

**EP 4 501 461 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Reinigungssystem mit wenigstens einer Düse zum Durchleiten einer Reinigungsflüssigkeit, wenigstens einem piezoelektrischen Element zum Umwandeln eines elektrischen Signals in mechanische Schwingungen und wenigstens einem Signalgenerator zum Erzeugen des elektrischen Signals, wobei das Signal zu dem piezoelektrischen Element übertragen wird und die vom piezoelektrischen Element erzeugten mechanischen Schwingungen in die Reinigungsflüssigkeit eingeleitet werden. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben eines Reinigungssystems.

**[0002]** Reinigungssysteme mit Düsen zum Durchleiten einer Reinigungsflüssigkeit, wobei die Reinigungsflüssigkeit mittels piezoelektrischer Elemente in mechanische Schwingungen versetzt wird, werden unter anderem für die Reinigung von Halbleiterbauteilen verwendet. Problematisch ist bei solchen Systemen, dass die Alterung der Piezoelemente nur durch ein unzureichendes Reinigungsergebnis festgestellt werden kann. Weiter problematisch ist, dass die Piezoelemente bei einem Trockenlauf, also wenn keine Reinigungsflüssigkeit durch die Düsen durchgeleitet wird, Schaden nehmen können.

**[0003]** Mit der Erfindung sollen ein Reinigungssystem und ein Verfahren zum Betreiben eines Reinigungssystems verbessert werden.

**[0004]** Erfindungsgemäß ist hierzu ein Reinigungssystem mit den Merkmalen von Anspruch 1 und ein Verfahren zum Betreiben eines Reinigungssystems mit den Merkmalen von Anspruch 5 vorgesehen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen genannt.

**[0005]** Ein erfindungsgemäßes Reinigungssystem weist wenigstens eine Düse zum Durchleiten einer Reinigungsflüssigkeit, wenigstens ein piezoelektrisches Element zum Umwandeln eines elektrischen Signals in mechanische Schwingungen und wenigstens einen Signalgenerator zum Erzeugen des elektrischen Signals auf. Das Signal wird vom Signalgenerator zu dem piezoelektrischen Element übertragen und die vom piezoelektrischen Element erzeugten mechanischen Schwingungen werden in die Reinigungsflüssigkeit eingeleitet. Das wenigstens eine piezoelektrische Element ist in der wenigstens einen Düse angeordnet und der Signalgenerator weist Mittel zur Impedanzerkennung auf, um eine elektrische Impedanz des piezoelektrischen Elements zu erfassen und zu überwachen, insbesondere während des Betriebs des Reinigungssystems.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich die Impedanz eines piezoelektrischen Elements ändert, wenn ein Kontakt des piezoelektrischen Elements mit der Reinigungsflüssigkeit wegfällt. Weiter liegt der Erfindung die Erkenntnis zugrunde, dass sich bei Alterung eines piezoelektrischen Elements dessen Impedanz ändert. Mit dem erfindungsgemäßen Reini-

gungssystem ist es daher möglich, sowohl einen Trockenlauf des piezoelektrischen Elements in der Düse als auch eine Alterung des piezoelektrischen Elements durch Erfassen der elektrischen Impedanz des piezoelektrischen Elements zu erkennen. Die Impedanz des piezoelektrischen Elements kann dabei entweder nur während des Betriebs des Reinigungssystems und/oder auch außerhalb des Betriebs des Reinigungssystems, also beispielsweise während eines Testlaufs, erfasst werden. Mit dem erfindungsgemäßen Reinigungssystem ist es daher möglich, einen Trockenlauf des piezoelektrischen Elements zu erkennen und dadurch eine Beschädigung des piezoelektrischen Elements zu vermeiden. Denn dann, wenn durch eine Veränderung der Impedanz des piezoelektrischen Elements erkannt wird, dass das piezoelektrische Element nicht mehr in Kontakt mit der Reinigungsflüssigkeit ist oder dass nur noch eine dünne Schicht Reinigungsflüssigkeit das piezoelektrische Element benetzt, wird das elektrische Signal, das dem piezoelektrischen Element zugeführt wird, sofort abgeschaltet. Eine Alterung des piezoelektrischen Elements kann durch eine Änderung der Impedanz des piezoelektrischen Elements erkannt werden. Wenn daher beispielsweise die Impedanz des piezoelektrischen Elements sich einem vordefinierten Maximalwert oder Minimalwert annähert, kann das piezoelektrische Element vorsorglich ausgetauscht werden, um einen Defekt des piezoelektrischen Elements während des Betriebs des Reinigungssystems zu verhindern. Mit dem erfindungsgemäßen Reinigungssystem ist daher eine vorausschauende Wartung bzw. Beurteilung der piezoelektrischen Elemente möglich. Dies verhindert den Ausfall des piezoelektrischen Elements des Reinigungssystems während des Betriebs der Vorrichtung. Da beispielsweise Halbleiterbauteile in hochautomatisierten Fertigungsanlagen hergestellt werden, kann mit dem erfindungsgemäßen Reinigungssystem eine Unterbrechung solch einer automatischen Fertigung aufgrund eines Defekts des Piezoelements des Reinigungssystems weitgehend vermieden werden.

**[0007]** In Weiterbildung der Erfindung ist der Signalgenerator ausgebildet, elektrische Signale in einem Frequenzbereich von 400 kHz bis 10 MHz zu erzeugen.

**[0008]** Durch einen solchen Frequenzbereich lassen sich unterschiedlichste Reinigungsaufgaben erfüllen und insbesondere können auch sehr feine Strukturen von Halbleiterbauelementen zuverlässig gereinigt werden.

**[0009]** In Weiterbildung der Erfindung sind wenigstens zwei Düsen vorgesehen, wobei Mittellängsachsen der Düsen in einem Winkel zueinander angeordnet sind, so dass aus den Düsen austretende Reinigungsflüssigkeit in einem Abstand von den Düsen aufeinandertrifft.

**[0010]** Auf diese Weise können aus zwei oder mehr Düsen austretende Strahlen mit Reinigungsflüssigkeit auf einen kleinen Bereich eines zu reinigenden Bauteils gerichtet werden.

**[0011]** In Weiterbildung der Erfindung erhält das in der

ersten Düse angeordnete piezoelektrische Element ein erstes elektrisches Signal mit einer Hauptkomponente einer ersten Frequenz und das in der zweiten Düse angeordnete piezoelektrische Element erhält ein zweites elektrisches Signal mit einer Hauptkomponente mit einer zweiten Frequenz, die sich von der ersten Frequenz unterscheidet oder gleich zu der ersten Frequenz ist.

**[0012]** Auf diese Weise kann Reinigungsflüssigkeit, die auf unterschiedlichen Frequenzen schwingt, ein- und demselben Bereich eines zu reinigenden Bauteils zugeführt werden. Alternativ wird Reinigungsflüssigkeit aus zwei Düsen, wobei die Reinigungsflüssigkeit aus der ersten Düse und aus der zweiten Düse auf derselben Frequenz schwingt, zugeführt. Die Zufuhr aus der ersten Düse kann unter einem anderen Winkel als die Zufuhr aus der zweiten Düse erfolgen, unabhängig davon, auf welcher Frequenz die Reinigungsflüssigkeit aus der ersten Düse und die Reinigungsflüssigkeit aus der zweiten Düse schwingt. Durch unterschiedliche Frequenzen und/oder unterschiedliche Auftreffwinkel der Reinigungsflüssigkeit können innerhalb des zu reinigenden Bereichs liegende Strukturen mit sehr unterschiedlichen Abmessungen zuverlässig gereinigt werden.

**[0013]** Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zum Betreiben eines erfindungsgemäßen Reinigungssystems gelöst, bei dem das Erfassen einer Impedanz des wenigstens einen piezoelektrischen Elements wenigstens während des Betriebs der Reinigungsvorrichtung vorgesehen ist.

**[0014]** In Weiterbildung der Erfindung ist das Vergleichen der erfassten Impedanz mit einer vordefinierten Sollimpedanz oder mit vordefinierten Maximal- und Minimalwerten für die Impedanz vorgesehen.

**[0015]** In Weiterbildung der Erfindung ist das Bestimmen eines Alterungszustands des wenigstens einen piezoelektrischen Elements, insbesondere mittels Bestimmen eines Gradienten der erfassten elektrischen Impedanz und/oder anhand eines Vergleichs einer erfassten Impedanz mit wenigstens einem vordefinierten Wert der Impedanz, vorgesehen.

**[0016]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung im Zusammenhang mit den Zeichnungen. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine abschnittsweise Darstellung eines erfindungsgemäßen Reinigungssystems,

Fig. 2 eine erste Seitenansicht der Düseneinheit des Reinigungssystems der Fig. 1,

Fig. 3 eine zweite Seitenansicht der Düseneinheit des Reinigungssystems der Fig. 1 und

Fig. 4 weitere Ansichten der Düseneinheit des Reinigungssystems der Fig. 1 aus unterschiedlichen Blickwinkeln.

**[0017]** Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Reinigungssystem 10 mit einem Signalgenerator 12, mit einer sogenannten Matching Box 14 zur Impedanzanpassung und mit einer Düseneinheit 16. Die Düseneinheit 16 weist zwei Düsenmundstücke 18, 20 auf, aus denen im Betrieb des Reinigungssystems 10 Reinigungsflüssigkeit austritt. Der Düseneinheit 16 wird Reinigungsflüssigkeit über zwei nicht dargestellte Reinigungsflüssigkeitsleitungen zugeführt, die in Fig. 1 mittels zweier Pfeile 22, 24 angedeutet sind.

**[0018]** Über die mit dem Pfeil 22 angedeutete Reinigungsflüssigkeitsleitung wird der ersten Düse 18 Reinigungsflüssigkeit zugeführt. Über die mit dem Pfeil 24 angedeutete Reinigungsflüssigkeitsleitung wird der zweiten Düse 20 Reinigungsflüssigkeit zugeführt.

**[0019]** Jede der beiden Düsen 18, 20 ist mit einem in Fig. 1 nicht erkennbaren piezoelektrischen Element versehen. Das piezoelektrische Element kann mittels eines elektrischen Signals in Schwingungen versetzt werden. Die erste Düse 18 ist mit einem piezoelektrischen Element versehen, das auf einer Frequenz von 1 MHz schwingen kann, wohingegen die zweite Düse 20 mit einem piezoelektrischen Element versehen ist, das auf einer Frequenz von 3 MHz schwingen kann. Die durch die Düsen 18, 20 durchgeleitete Reinigungsflüssigkeit wird mittels des jeweiligen piezoelektrischen Elements in Schwingungen versetzt. Nach dem Austritt aus der ersten Düse 18 schwingt die austretende Flüssigkeit somit auf einer Frequenz von 1 MHz und die aus der zweiten Düse 20 austretende Reinigungsflüssigkeit schwingt auf einer Frequenz von 3 MHz.

**[0020]** Es ist in Fig. 1 zu erkennen, dass die Mittellängsachsen der beiden Düsen 18, 20 in einem Winkel zueinander und so ausgerichtet sind, dass sich die Mittellängsachsen in Strömungsrichtung gesehen nach der jeweiligen Austrittsöffnung schneiden. Die aus der ersten Düse 18 austretende Reinigungsflüssigkeit trifft somit auf die aus der zweiten Düse 20 austretende Reinigungsflüssigkeit. Vorteilhafterweise wird ein zu reinigendes Bauteil 26, das in Fig. 1 lediglich schematisch angedeutet ist, am Schnittpunkt der beiden Mittellängsachsen angeordnet. Auf das Bauelement 26 trifft somit Reinigungsflüssigkeit auf, die auf einer Frequenz von 1 MHz schwingt, sowie auch Reinigungsflüssigkeit, die auf einer Frequenz von 3 MHz schwingt. Auch unterschiedlich große bzw. breite Strukturen auf dem Bauteil 26, das beispielsweise ein Halbleiterbauelement sein kann, können dadurch zuverlässig gereinigt werden. Die Reinigungsflüssigkeit aus der Düse 18 trifft unter einem anderen Winkel auf das Bauteil 26 auf als die Reinigungsflüssigkeit aus der Düse 20.

**[0021]** Um die piezoelektrischen Elemente in den Düsen 18, 20 zu mechanischen Schwingungen anzuregen, ist jeweils ein elektrisches Signal erforderlich. Dem piezoelektrischen Element in der ersten Düse 18 muss ein elektrisches Signal zugeführt werden, das eine Hauptkomponente mit einer Frequenz von 1 MHz hat. Dem piezoelektrischen Element der zweiten Düse 20 muss ein

elektrisches Signal zugeführt werden, das eine Hauptkomponente mit einer Frequenz von 3 MHz hat. Diese beiden elektrischen Signale werden der Düseneinheit 16 über eine Hochfrequenzleitung 28 zugeführt, die von der Matching Box 14 zur Düseneinheit 16 führt. Erzeugt werden die beiden elektrischen Signale im Signalgenerator 12. Eine erste Hochfrequenzleitung 30 führt von dem Signalgenerator 12 zu der Matching Box 14 und ist für das erste elektrische Signal mit einer Frequenz von 1 MHz vorgesehen. Eine zweite Hochfrequenzleitung 32 führt von dem Signalgenerator 12 zu der Matching Box 14 und ist für das zweite elektrische Signal mit der Frequenz von 3 MHz vorgesehen. In der Matching Box 14 erfolgt eine Impedanzanpassung zwischen der Düseneinheit 16 und dem Signalgenerator 12, um möglichst viel der elektrischen Leistung, die vom Signalgenerator 12 erzeugt wird, auf die piezoelektrischen Elemente in den Düsen 18, 20 der Düseneinheit 16 zu übertragen.

**[0022]** Die beiden elektrischen Signale können über eine einzige Hochfrequenzleitung 28 von der Matching Box 14 zur Düseneinheit 16 übertragen werden, im Rahmen der Erfindung können aber selbstverständlich auch getrennte Hochfrequenzleitungen hierfür verwendet werden.

**[0023]** Der Signalgenerator 12 weist Mittel zur Impedanzerkennung auf. Diese Mittel zur Impedanzerkennung sind ausgebildet, eine elektrische Impedanz der piezoelektrischen Elemente in den Düsen 18, 20 zu erfassen.

**[0024]** Die Erfinder haben erkannt, dass sich die elektrische Impedanz eines piezoelektrischen Elements in Abhängigkeit davon ändert, ob das piezoelektrische Element Kontakt mit einer Reinigungsflüssigkeit hat oder nicht. Durch eine Erfassung der Impedanz mittels des Signalgenerators 12 ist es dadurch möglich, festzustellen, ob durch die Düse 18 und die Düse 20 Reinigungsflüssigkeit durchgeleitet wird oder ob ein Trockenlauf der piezoelektrischen Elemente in den Düsen 18, 20 vorliegt. Der Signalgenerator 12 ist dabei geeignet, die Impedanz des piezoelektrischen Elements der ersten Düse 18 und die Impedanz des piezoelektrischen Elements der Düse 20 getrennt voneinander zu erfassen.

**[0025]** Der Trockenlauf eines piezoelektrischen Elements kann zu einer Beschädigung oder vollständigen Zerstörung des piezoelektrischen Elements führen. Wird durch die Mittel zur Impedanzerkennung im Signalgenerator 12 daher erkannt, dass an der Düse 18 und/oder an der Düse 20 keine Reinigungsflüssigkeit mehr gefördert wird, kann der Signalgenerator 12 sofort die Weiterleitung des ersten elektrischen Signals oder die Weiterleitung des zweiten elektrischen Signals stoppen. Dadurch wird verhindert, dass die piezoelektrischen Elemente in den Düsen 18, 20 Schaden nehmen.

**[0026]** Das Erfassen einer elektrischen Impedanz der piezoelektrischen Elemente in den Düsen 18, 20 kann nach den Erkenntnissen der Erfinder auch dafür verwendet werden, einen Alterungszustand der piezoelektrischen Elemente zu erkennen. Mit zunehmender Alte-

5 rung von piezoelektrischen Elementen ändert sich deren elektrische Impedanz. Mittels des Signalgenerators 12 kann während des Betriebs des Reinigungssystems 10 oder auch während eines Testlaufs fortlaufend die elektrische Impedanz der piezoelektrischen Elemente der Düsen 18, 20 erfasst werden. Wird dabei festgestellt, dass die gemessene elektrische Impedanz sich einem vordefinierten Minimalwert oder Maximalwert annähert, kann dadurch festgestellt werden, wie weit der Alterungsprozess des jeweiligen piezoelektrischen Elements bereits fortgeschritten ist. Mit der Erfindung ist dadurch der vorausschauende Austausch eines bereits gealterten piezoelektrischen Elements möglich. Dadurch wird eine Betriebsbereitschaft des erfindungsgemäßen Reinigungssystems 10 erheblich erhöht, da bereits gealterte piezoelektrische Elemente vorausschauend ausgetauscht werden können. Sowohl die Qualität der Reinigung als auch die Ausfallsicherheit des Reinigungssystems 10 kann dadurch erheblich verbessert werden.

10 **[0027]** Fig. 2 zeigt eine Ansicht der Düseneinheit 16 von einer Seite her, in die sowohl die Reinigungsflüssigkeitsleitungen als auch die Hochfrequenzleitung 28 münden. Der Pfeil 22 in Fig. 2 bezeichnet wieder die Anschlussstelle für eine Reinigungsflüssigkeitsleitung, die zu der ersten Düse 18 führt. Der Pfeil 24 bezeichnet eine Anschlussstelle für die Reinigungsflüssigkeitsleitung, die zu der zweiten Düse 20 führt, die in Fig. 2 von der ersten Düse 18 verdeckt ist.

25 **[0028]** In der Seitenfläche, in die die Hochfrequenzleitung 28 und die beiden Reinigungsflüssigkeitsleitungen münden, sind darüber hinaus noch Bohrungen, insbesondere Gewindebohrungen, vorgesehen, um die Düseneinheit 16 an einer nicht dargestellten Halterung zu montieren.

30 **[0029]** Fig. 3 zeigt die Düseneinheit 16 in einer weiteren Seitenansicht, wobei sich der Blickwinkel in Fig. 3 vom Blickwinkel der Fig. 2 um 180° unterscheidet. In Fig. 3 ist dadurch lediglich die zweite Düse 20 zu erkennen, die die erste Düse 18 verdeckt.

35 **[0030]** Fig. 4 zeigt mehrere Ansichten aus unterschiedlichen Blickwinkeln einer Düseneinheit 160 gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung. Die Düseneinheit 160 weist eine erste Düse 180 auf, die mit einem piezoelektrischen Element versehen ist, das auf einer Frequenz von 800 kHz schwingen kann. Die Düseneinheit 160 weist eine zweite Düse 200 auf, die ein piezoelektrisches Element aufweist, das auf einer Frequenz von 1 MHz schwingen kann. Der Signalgenerator 21, der in Fig. 1 schematisch dargestellt ist, ist dafür ausgebildet, elektrische Signale zu erzeugen, die eine Hauptkomponente mit einer Frequenz zwischen 400 kHz und 10 MHz aufweisen. Der Signalgenerator 12 der Fig. 1 kann somit auch für den Betrieb der Düseneinheit 160 eingesetzt werden.

40 **[0031]** Fig. 4 zeigt den Endabschnitt der Hochfrequenzleitung 28, die in die Düsenleitung 160 mündet. Weiter ist in Fig. 4 in der Ansicht rechts oben eine Anschlussstelle 220 für das Zuführen von Reinigungsflüs-

sigkeit zu der ersten Düse 180 zu erkennen. Weiter ist in dieser Ansicht eine Anschlussöffnung 240 für das Zuführen von Reinigungsflüssigkeit zu der zweiten Düse 200 zu erkennen.

**[0032]** Die Düsen 180, 200 unterscheiden sich in ihrer Größe. Die Düsen 180, 200 bilden das jeweilige piezoelektrische Element. Die größere Düse 180 kann daher auf der niedrigeren Frequenz von 600 kHz schwingen, die kleinere Düse 200 dahingegen auf der höheren Frequenz von 1 MHz.

### Patentansprüche

1. Reinigungssystem mit wenigstens einer Düse zum Durchleiten einer Reinigungsflüssigkeit, wenigstens einem piezoelektrischen Element zum Umwandeln eines elektrischen Signals in mechanische Schwingungen und wenigstens einem Signalgenerator zum Erzeugen des elektrischen Signals, wobei das Signal zu dem piezoelektrischen Element übertragen wird und die vom piezoelektrischen Element erzeugten mechanischen Schwingungen in die Reinigungsflüssigkeit eingeleitet werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine piezoelektrische Element in der wenigstens einen Düse angeordnet ist und dass der Signalgenerator Mittel zur Impedanzerkennung aufweist, um eine elektrische Impedanz des piezoelektrischen Elements zu erfassen und zu überwachen, insbesondere während des Betriebs des Reinigungssystems. 5  
10  
15  
20  
25  
30
2. Reinigungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Signalgenerator ausgebildet ist, elektrische Signale in einem Frequenzbereich von 400 kHz bis 10Mhz zu erzeugen. 35
3. Reinigungssystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei Düsen vorgesehen sind, wobei Mittellängsachsen der Düsen in einem Winkel zueinander angeordnet sind, so dass aus den Düsen austretende Reinigungsflüssigkeit in einem Abstand von den Düsen aufeinandertrifft. 40  
45
4. Reinigungssystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in der ersten Düse angeordnete piezoelektrische Element ein erstes elektrisches Signal mit einer Hauptkomponente einer ersten Frequenz erhält und das in der zweiten Düse angeordnete piezoelektrische Element ein zweites elektrisches Signal mit einer Hauptkomponente mit einer zweiten Frequenz erhält, die sich von der ersten Frequenz unterscheidet oder gleich zu der ersten Frequenz ist. 50  
55
5. Verfahren zum Betreiben eines Reinigungssystems nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekenn-**

**zeichnet durch** Erfassen einer Impedanz des wenigstens einen piezoelektrischen Elements wenigstens während des Betriebs der Reinigungsvorrichtung.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** Vergleichen der erfassten Impedanz mit einer vordefinierten Sollimpedanz oder mit vordefinierten Maximal- und Minimalwerten für die Impedanz.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **gekennzeichnet durch** Bestimmen eines Alterungszustands des wenigstens einen piezoelektrischen Elements, insbesondere mittels Bestimmen eines Gradienten der erfassten elektrischen Impedanz und/oder anhand eines Vergleichs einer erfassten Impedanz mit wenigstens einem vordefinierten Wert der Impedanz.

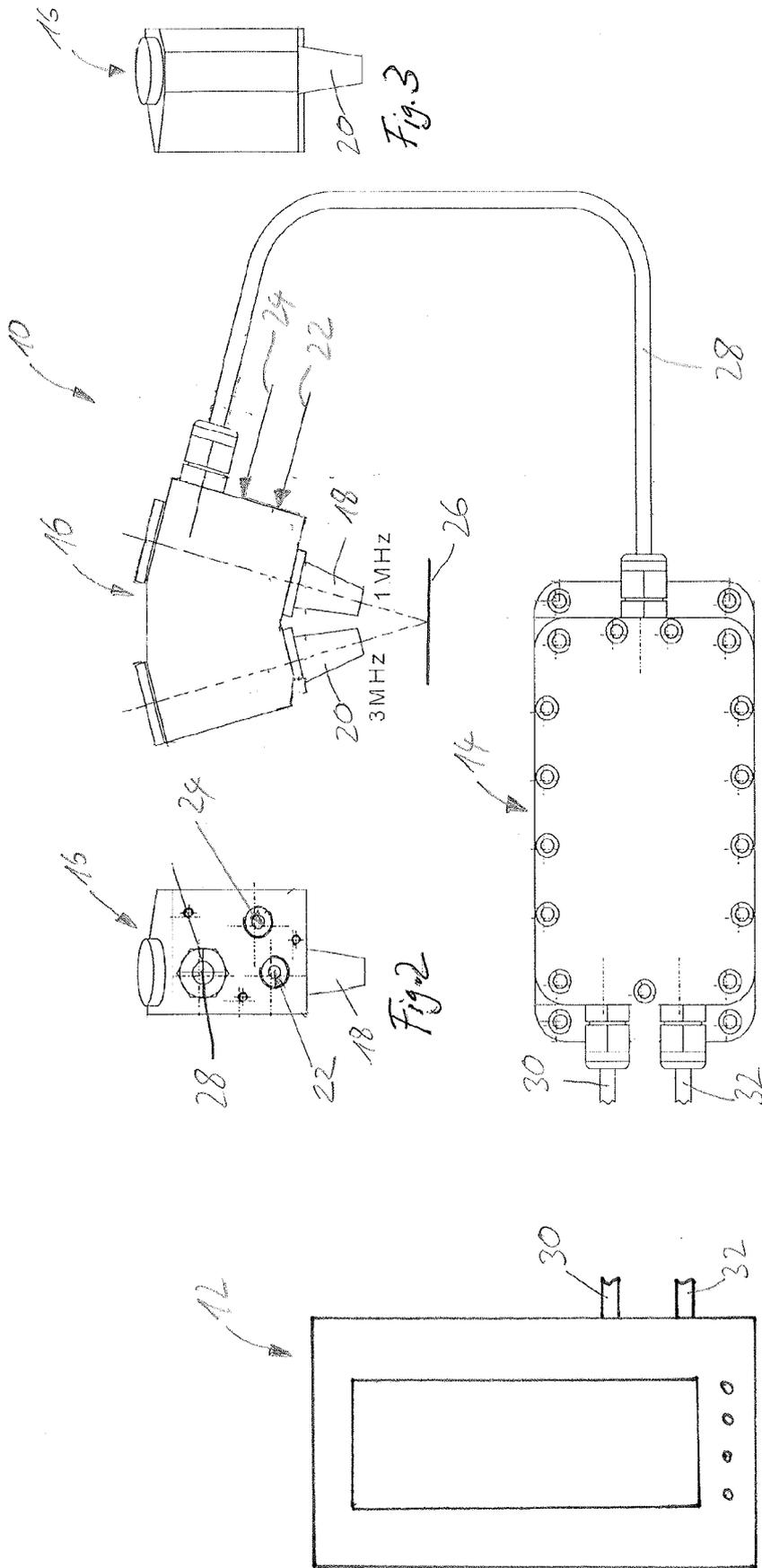


Fig. 1

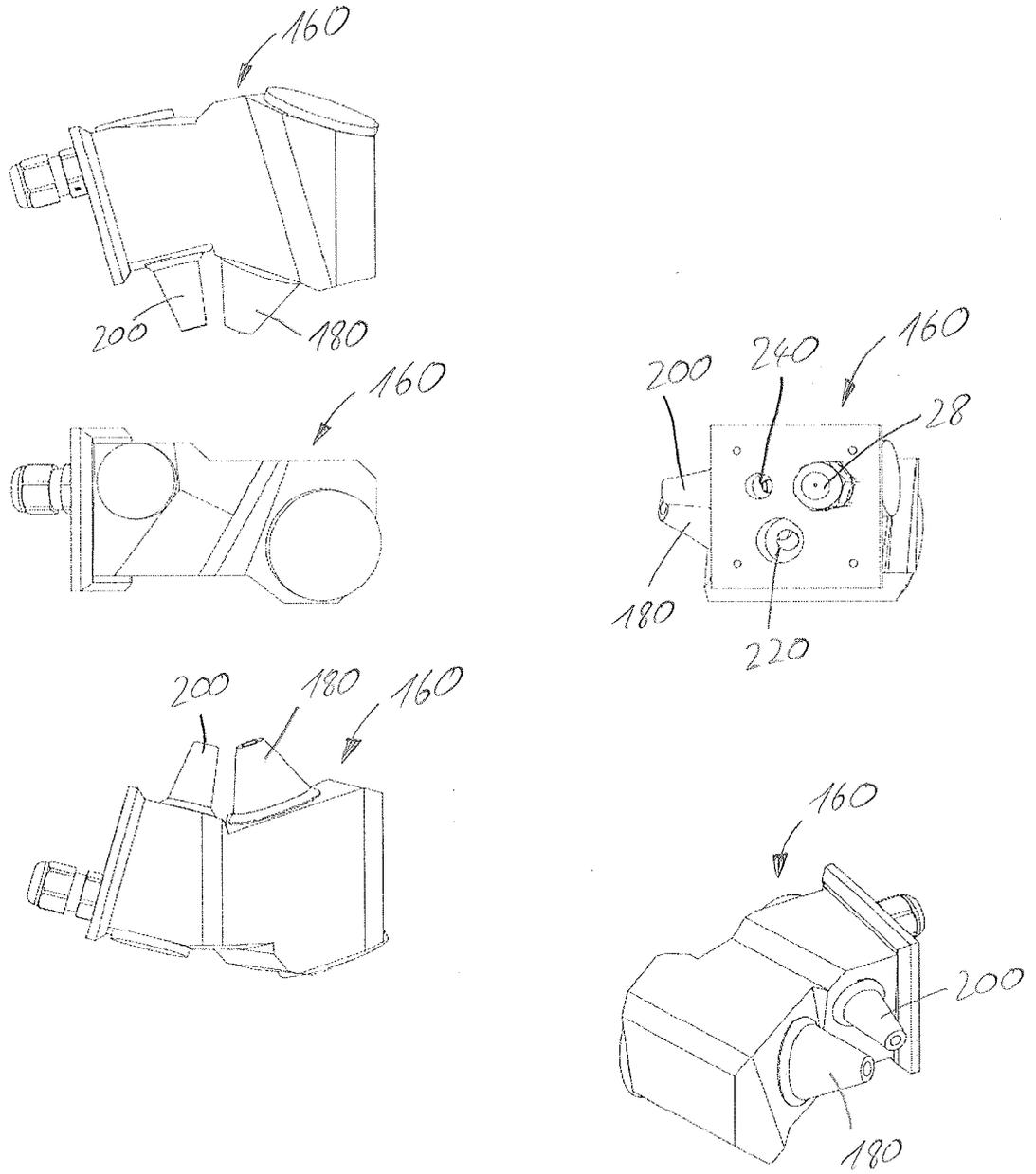


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 24 19 1415

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 93/09881 A2 (MEDIX ELECTRONICS LTD [GB]) 27. Mai 1993 (1993-05-27) * das ganze Dokument *	1,2,5	INV. B05B1/26 B05B12/08 B05B17/06
X	WO 2007/120565 A1 (JOHNSON & SON INC S C [US]; HELF THOMAS A [US] ET AL.) 25. Oktober 2007 (2007-10-25) * das ganze Dokument *	1,2,5	
X	WO 2019/110422 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13. Juni 2019 (2019-06-13) * das ganze Dokument *	1,2,5	
X	EP 0 421 439 B1 (EBERSPAECHER J [DE]) 1. Februar 1995 (1995-02-01) * das ganze Dokument *	1,2,5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B05B
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		3. Dezember 2024	Eberwein, Michael
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.92 (F04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 24 19 1415

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03 - 12 - 2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9309881 A2	27-05-1993	AU 2914892 A	15-06-1993
		CA 2123409 A1	27-05-1993
		DE 69220965 T2	05-03-1998
		EP 0619761 A1	19-10-1994
		GB 2265845 A	13-10-1993
		GB 2291605 A	31-01-1996
		JP H07506999 A	03-08-1995
		US 5551416 A	03-09-1996
		WO 9309881 A2	27-05-1993
-----			
WO 2007120565 A1	25-10-2007	BR PI0709992 A2	02-08-2011
		CA 2647897 A1	25-10-2007
		CN 101466480 A	24-06-2009
		EP 2004334 A1	24-12-2008
		JP 5336355 B2	06-11-2013
		JP 5752753 B2	22-07-2015
		JP 2009533216 A	17-09-2009
		JP 2014036954 A	27-02-2014
		KR 20090010954 A	30-01-2009
		TW 200800404 A	01-01-2008
		US 2007235555 A1	11-10-2007
		WO 2007120565 A1	25-10-2007
-----			
WO 2019110422 A1	13-06-2019	CN 111448002 A	24-07-2020
		DE 102018220405 A1	06-06-2019
		EP 3720612 A1	14-10-2020
		WO 2019110422 A1	13-06-2019
-----			
EP 0421439 B1	01-02-1995	DE 3933300 A1	18-04-1991
		EP 0421439 A2	10-04-1991
-----			

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82