

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: 88107507.1

Int. Cl.4: **B41J 3/04**

Anmeldetag: 10.05.88

Priorität: 25.05.87 DE 3717554

Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**D-8000 München 2(DE)**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
 30.11.88 Patentblatt 88/48

Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE FR IT LI LU NL SE**

Erfinder: **Krumpe, Dieter**  
**Schnepfenreuther Hauptstrasse 49**  
**D-8500 Nürnberg(DE)**  
 Erfinder: **Schwarzmann, Ludwig**  
**Peuntstrasse 6a**  
**D-8606 Hirschaid(DE)**

**Verfahren und Vorrichtung zur Reinigung von Bauteilen mit Hohlräumen.**

Insbesondere thermo- oder duroplastische Bauteile komplexer Geometrie haben häufig Innenlumina mit geringen Querschnitten. Die Reinigung solcher Bauteile erfolgt üblicherweise durch Durchfluß eines flüssigen Spülmediums, wobei das Ergebnis häufig unbefriedigend ist, da restangebundene Teilchen nicht mitgenommen werden, und erst später beim bestimmungsgemäßen Gebrauch des Bauteiles abgelöst werden. Gemäß der Erfindung entstehen durch Ultraschall-Beaufschlagung des strömenden Spülmediums und/oder des Bauteiles gleichermaßen schwingende Kavitationen in den durchspülten Innenlumina des Bauteiles. Dadurch ist eine intensivere Reinigung möglich. Bei der zugehörigen Vorrichtung ist eine Ultraschallerzeugungseinrichtung mit Sonotrode (10) vorhanden, die entweder in ihrer Schwingungsrichtung zumindest teilweise eine zentrische Bohrung (11) zum Durchfluß des Spülmediums aufweist oder deren Wirkungsfläche (113) im Nahfeldbereich für die durchzuspülenden Innenlumina des Bauteiles (1, 100) liegt.

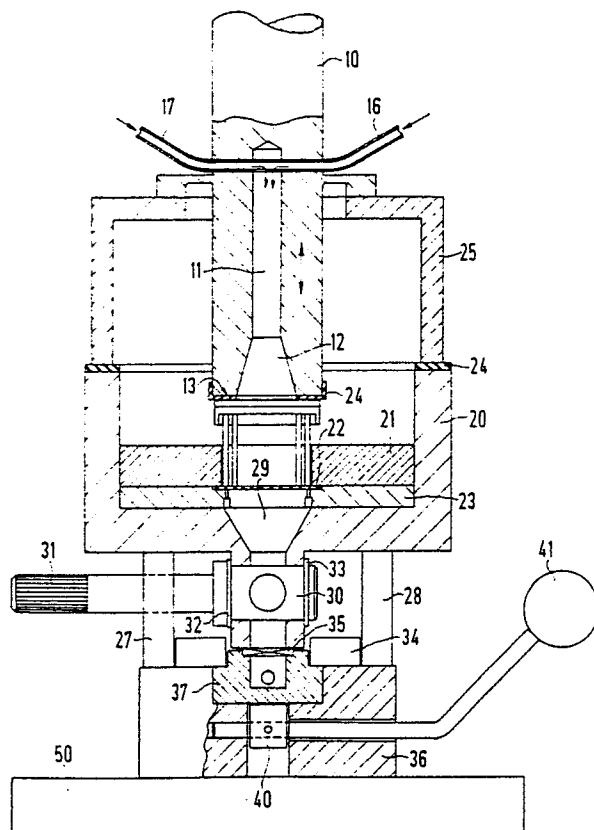


FIG 2

EP 0 292 779 A1

## Verfahren und Vorrichtung zur Reinigung von Bauteilen mit Hohlräumen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Reinigung von Bauteilen mit Hohlräumen, insbesondere von Bauteilen komplexer Geometrie mit Innenlumina geringer Querschnitte, wobei die Reinigung durch Durchfluß eines flüssigen Spülmediums erfolgt. Daneben bezieht sich die Erfindung auch auf zugehörige Vorrichtungen zur Durchführung dieses Verfahrens, mit einer Pumpeinrichtung für das Spülmedium und einer Halterung für das Bauteil, mit der das Bauteil an den Zufluß für das Spülmedium ansetzbar ist.

Thermo- oder duroplastische Bauteile werden unter anderem durch Verbinden von Einzelteilen gefertigt, wodurch in diesen Bauteilen vorgegebene Hohlräume entstehen, die teilweise komplexe Geometrie und insbesondere auch Innenlumina mit geringen Querschnitten haben können. Beispielsweise werden solche Bauteile für Tintendruckerverwendet, wobei speziell für diese Anwendungsfälle die Hohlräume extrem sauber sein müssen, um das Verstopfen der Düsen zu verhindern. Für andere Anwendungsfälle, beispielsweise in der medizinischen Diagnostik, muß ausgeschlossen werden, daß Fremdkörper verschleppt werden:

Aus obigen Gründen ist es erforderlich, bei Bauteilen als Halbzeug für Drucker und Aufzeichnungsgeräte der medizinischen Diagnostik Partikel aus den Hohlräumen bereits verbundener Teile herauszuspülen oder auch noch restangebundene Partikel loszuschlagen und anschließend herauszuspülen.

Üblicherweise erfolgt das Reinigen von Bauteilen der oben angegebenen Art durch Durchspülen der Bauteilhohlräume mit Reinigungsflüssigkeiten als Spülmedium. Dabei ist aber der Reinigungseffekt aufgrund des Strömungsverhaltens der verwendeten Flüssigkeit sehr stark von der Gestaltung der Hohlräume abhängig. In vielen Fällen können restangebundene Partikel, die bei Erschütterungen des Bauteils beim späteren bestimmungsgemäßen Gebrauch in die Hohlräume fallen und zu Verstopfungen führen können, mit derartigen bekannten Verfahren nicht ausgespült werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren und zugehörige Vorrichtungen anzugeben, mit denen die Hohlräume von Bauteilen derart gereinigt werden können, daß keine angebondenen Restpartikel in den Bauteilen verbleiben. Insbesondere für solche Bauteile mit Innenlumina geringer Querschnitte, beispielsweise Düsenköpfe von Tintendruckern, soll sichergestellt werden, daß während des späteren bestimmungsmäßigen Gebrauches des Bauteiles keine Verstopfungen auftreten können.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß bei einem

Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß durch Ultraschall-Beaufschlagung des strömenden Spülmediums und/oder des Bauteiles gleichermaßen schwingende Kavitationen in den durchspülten Innenlumina des Bauteils entstehen. Dabei kann zumindest in einem Verfahrensschritt das Spülmedium eine Suspension mit Teilchen sein, durch deren Durchwirbelung der Reinigungseffekt verstärkt wird.

Bei einer ersten erfindungsgemäßen Vorrichtung der eingangs angegebenen Art ist eine Ultraschallerzeugungseinrichtung mit einer Sonotrode vorhanden, die in ihrer Schwingungsrichtung zumindest teilweise eine zentrische Bohrung zum Durchfluß des Spülmediums aufweist. In einer anderen Vorrichtung zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt die Wirkungsfläche der Sonotrode unmittelbar im Nahfeld für das Innenlumen des Bauteils. Schließlich kann eine Ultraschallerzeugungseinrichtung mit mehreren Sonotroden vorhanden sein, deren Wirkungsflächen an die Geometrie des Bauteils angepaßt sind.

Durch die Erfindung sind überraschenderweise die Vorteile eines reinen Durchspülens mit einem strömenden Medium und der bekannten Ultraschallreinigung, was bisher nur alternativ erfolgen konnte, miteinander kombiniert. Es wird damit eine wesentlich intensivere Reinigungswirkung als bei den herkömmlichen Reinigungsverfahren erreicht. Durch die intensiven Ultraschallschwingungen auch innerhalb der Bauteilhohlräume und die intensiven Durchwirbelungen der Reinigungsflüssigkeit werden auch vergleichsweise noch fest angebundene Materialpartikel in den Hohlräumen abgeschlagen. Vom strömenden Spülmedium werden diese Teilchen mitgenommen und ausgespült.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung in Verbindung mit den Unteransprüchen.

Es zeigen

FIG 1 in perspektivischer Ansicht ein erstes zu reinigendes Bauteil,

FIG 2 in Schnittdarstellung die hierzu verwendete Vorrichtung,

FIG 3 in perspektivischer Ansicht ein zweites zu reinigendes Bauteil und

FIG 4 in Schnittdarstellung die hierzu verwendete Vorrichtung.

In FIG 1 ist mit 1 ein Bauteil aus thermoplastischem Kunststoff, beispielsweise aus PSU (Polysulfon), bezeichnet: Ein solches Bauteil 1 stellt einen Düsenkopf für die Verwendung bei Tintendruckern dar und besteht im wesentlichen aus ein-

er Platte 2 mit mehreren Gruppen von Düsenöffnungen 3, 3' und 4, 4', wobei rückseitig auf die Platte 2 ein Aufsatzteil 5 mit je zwei Reihen von nebeneinanderstehenden Kanülen 6, 6' und 7, 7' aufgebracht ist.

Im Bauteil 1 verlaufen enge Hohlräume und Lumina geringen Querschnittes, welche die einzelnen Kanülen 6, 7 mit den Düsenöffnungen 3, 4 verbinden. Beispielsweise haben die Kanülen 6, 6', 7 und 7' einen Innendurchmesser von 100  $\mu\text{m}$ , wogegen die Düsenöffnungen erheblich kleiner sind.

Aufgrund der komplexen Geometrie können solche Bauteile nicht komplett durch Spritzen gefertigt werden, sondern es müssen zunächst die Teile 1 und 5 als Halbzeug hergestellt werden, in die jeweils der Strömungskanal eingeformt ist. Die Verbindung der Teile 2 und 5 kann durch bekannte Schweißverfahren erfolgen.

Es wird gefordert, daß das Bauteil 1 für die spätere Verwendung absolut sauber ist. Hierzu wurde bisher üblicherweise das Bauteil mit einer Reinigungsflüssigkeit durchspült. Restangebundene Partikel können allerdings durch reines Durchspülen meist nicht entfernt werden.

Gemäß FIG 2 ist eine bekannte Spüleinrichtung mit einer Ultraschallreinigungsanlage kombiniert. Die Förder- und Pumpeinrichtung für das Spülmedium sowie das eigentliche Ultraschallerzeugungssystem ist in FIG 2 nicht dargestellt, sondern lediglich das zur Wirkung kommende Reinigungssystem.

Eine Ultraschallsonotrode 10 ist von ihrer Stirnfläche 13, die im Normalfall die Arbeitsfläche definiert, ausgehend bis zur Ebene des ersten Schwingungsknotens mit einer zentralen Sackbohrung 11 versehen. Die Bohrung 11 erweitert sich zur Stirnfläche 13 in etwa tüllenförmig und bildet einen Trichter 12. Mittels nicht im einzelnen dargestellter Haltemittel ist die Sonotrode 10 in vertikaler Richtung in einer Reinigungswanne 20 fixiert. Die Wanne 20 ist nach oben durch ein Abdeckteil 25 abgeschlossen, wobei nur die Sonotrode 10 in vorgegebener Lage hindurchragt. Außerhalb des Abdeckteils 25 sind zwei Zuläufe 16 und 17 vorhanden, mit denen ein Spülmedium von außen in der Ebene des Schwingungsknotens in die Sonotrode 10 geleitet wird und insbesondere im tüllenförmigen Trichterbereich 12 durch den Ultraschall in Schwingungen versetzt wird. Die Richtung der Ultraschall-schwingungen in der Sonotrode ist durch einen Pfeil angedeutet.

In der Wanne 20 ist eine Fixiereinheit 21 auf einer Bodenscheibe 23 angeordnet, die als Halterung für das Bauteil 1 dient. Das Bauteil 1 sitzt dabei mit seiner oberen Platte 2 derart auf der Stirnfläche 13 der Sonotrode 10, daß alle Düsenöffnungen 3 und 4 im tüllenförmigen Trichterbereich

12 der Sonotrode 10 liegen. Dabei sind einerseits zwischen Bodenscheibe 23 und den Kanülen 6 und 7 sowie andererseits zwischen Stirnfläche 13 der Sonotrode 10 und Platte 2 des Bauteiles 1 Dichtungen 22 bzw. 24 vorhanden.

Mit dieser Anordnung wird das Bauteil 1 an der Spülsaustrittsseite von der Fixiereinrichtung 21 mit Dichtplatte 22 aufgenommen. Die Sonotrode 10 ist mit ihrer Stirnfläche 13 über die Dichtung 24 an die Spülungseintrittsseite des Bauteiles 1 angekop-pelt.

Über die hohlgearbeitete Sonotrode 10 wird nun in die Düsenöffnungen 3, 3' und 4, 4' eintretend eine Reinigungsflüssigkeit durch die Hohlräume des Bauteiles 1 gepumpt. Dabei wird gleichzeitig über einen (nicht dargestellten Ultraschallgenerator) die Sonotrode 10 in Schwingungen versetzt, beispielsweise mit 20 oder 40 kHz, so daß Ultraschallschwingungen einerseits auf die strömende Flüssigkeit und andererseits auf das Bauteil 1 übertragen werden. Durch die intensiven Schwingungen in den flüssigkeitsdurchströmten Hohlräumen werden im Bauteil 1 restangebundene Materialpartikel abgeschlagen, durch die Kavitationen in der Reinigungsflüssigkeit mitgenommen und aus dem Bauteil 1 ausgespült.

Zur quantitativen Bestimmung der ausgespülten Partikel kann es erforderlich sein, diese Partikel in entsprechenden Auffangeinrichtungen zu sammeln. Dazu ist die gesamte Vorrichtung aus Reinigungswanne 20, Abdeckung 25 und Sonotrode 10 über Distanzstücke 27 und 28 gegenüber einer Grundplatte 50 im Abstand veränderbar. Im Auslauf 29 der Reinigungswanne 20 ist ein Sperrhahn 30 eingefügt, der über einen Drehgriff 31 betätigbar ist. Unterhalb des Sperrhahnes 30 ist ein austauschbarer Filter 35 zum Auffangen von Teilchen angeordnet. Der Filter 35 ist in einem Schieber 37 zwischen Begrenzungsleisten 34 gelagert, so daß er leicht - auch bei Betrieb der Vorrichtung - austauschbar ist. Zur Abdichtung und Betätigung durch den Drehgriff 31 ist ein Dichtring 32 und ein Sicherheitsring 33 vorhanden.

Der Schieber 37 und die Begrenzungsleisten 34 sind auf einem Lagerklotz 36 angeordnet, in den ein Exzenter 40 mit Handgriff 41 eingreift. Über den Exzenter 40 kann die gesamte Anordnung abgedichtet werden.

Durch die Auffangeinrichtung ist eine Qualitätskontrolle beim Durchspülen der Bauteile möglich. Wenn in einem ersten Verfahrensabschnitt als Spülmedium eine Suspension mit definierten Teilchen gewählt wird, die aufgrund der Durchwirbelung der Teilchen einen zusätzlichen Reinigungseffekt bewirken, kann somit zunächst das quantitative Ausspülen dieser Teilchen nach Austausch mit einer Spülflüssigkeit sichergestellt werden. Es kann auch für das Spülmedium eine Rückführung zur

Ausbildung eines geschlossenen Flüssigkeitskreislaufes vorgesehen sein.

In FIG 3 ist ein Bauteil 100 gezeigt, das ebenfalls bei Tintendruckern Verwendung findet. Dieses Bauteil 100 wird bei der Fertigung aus gespritzte Halbzugteile 102 und 105 derart komplettiert, daß definierte Hohlräume 104, die von Anschlußstellen 106 zu Austrittskanülen 107 verlaufen, jeweils durch einen Deckel 105 abgedeckt werden. Die Oberfläche des fertigen Bauteiles 100 mit den eingesetzten Deckeln 105 ist dabei plan.

In FIG 4 ist eine Sonotrode 110 mit ihrer Stirnfläche 113 unter Zwischenlage einer Dichtungsplatte 115 auf die ebene Oberfläche des Bauteiles 100 aufgesetzt. Die Lumina 104 des Bauteiles 100 befinden sich dabei unmittelbar im Nahfeldbereich der Wirkungsfläche 113 der Sonotrode 110. Das Bauteil 100 ist in einer geeigneten Aufnahmeeinheit 120 unter Zwischenlage von Silikondichtungsplatten 121 und 122 gelagert. Die Aufnahmeeinheit 120 hat einen Flüssigkeitszulauf 123 und einen Flüssigkeitsablauf 124, die über Leitungsanschlüsse 125 und 126 an ein geschlossenes Flüssigkeitssystem ankoppelbar sind. Die Aufnahmeeinheit 120 ist auf einer Grundplatte 150 aufgebracht.

Aufgrund der speziellen geometrischen Anordnung des Bauteiles 100 läßt sich durch Ultraschallanregung das flüssigkeitsgefüllte Innenlumen 104 des Bauteiles 100 zu Schwingungen anregen, wobei es wiederum durch die Durchwirbelungen des durchströmenden Spülmediums zu einem intensiven Reinigungseffekt kommt.

In entsprechender Kombination von FIG 2 und FIG 4 können auch Vorrichtungen geschaffen werden, bei denen mehrere Sonotroden vorhanden sind, wobei deren Wirkungsflächen an die Geometrie des zu reinigenden Bauteiles angepaßt sind. Auch metallische Präzisionsteile, die beispielsweise als Halbzeug durch spannende Formgebung bearbeitet und anschließend zusammengesetzt wurden, können mit dem beschriebenen Verfahren und einer entsprechend ausgebildeten Vorrichtung gereinigt werden.

## Ansprüche

1. Verfahren zur Reinigung von Bauteilen mit Hohlräumen, insbesondere von Bauteilen komplexer Geometrie mit Innenlumina geringer Querschnitte, wobei die Reinigung durch Durchfluß eines flüssigen Spülmediums erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch Ultraschall-Beaufschlagung des strömenden Spülmediums und/oder des Bauteiles gleichermaßen schwingende Kavitationen in den durchspülten Innenlumina des Bauteiles entstehen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem ersten Verfahrensabschnitt als Spülmedium eine Suspension mit definierten Teilchen gewählt wird und daß anschließend in einem zweiten Verfahrensabschnitt die Suspension durch eine Flüssigkeit ausgetauscht wird.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer Pumpeinrichtung für das Spülmedium und einer Halterung für das Bauteil, mit der das Bauteil an den Zufluß für das Spülmedium ansetzbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Ultraschallerzeugungseinrichtung mit Sonotrode (10) vorhanden ist, die in ihrer Schwingungsrichtung zumindest teilweise eine zentrische Bohrung (11) zum Durchfluß des Spülmediums aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zufluß (16, 17) für das Spülmedium im Bereich der Schwingungsknotenebenen der Sonotrode (10) liegt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zentrische Bohrung (11) zur Arbeitsfläche der Sonotrode (10) hin erweitert ist.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer Pumpeinrichtung für das Spülmedium und einer Halterung für das Bauteil, mit der das Bauteil an den Zufluß für das Spülmedium ansetzbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Ultraschallerzeugungseinrichtung mit Sonotrode (110) vorhanden ist, deren Wirkungsfläche (113) im Nahfeldbereich für die Innenlumina des Bauteils (100) liegt.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer Pumpeinrichtung für das Spülmedium und einer Halterung für das Bauteil, mit der das Bauteil an den Zufluß für das Spülmedium ansetzbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Ultraschallerzeugungseinrichtung mit mehreren Sonotroden vorhanden ist, wobei die einzelnen Wirkungsflächen der Sonotroden an das Bauteil angepaßt sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3, 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Halterung (21) das Bauteil (1) gegenüber der Sonotrode (10) abdichtet.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Halterung (21) in einer Wanne (20) für das Spülmedium angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß unter der Wanne (20) eine Einrichtung zur Aufbereitung des Spülmediums angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Filter (35) zum Auffangen von Teilchen vorhanden ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Filter (35) austauschbar ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3, 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Rückführung für das Spülmedium zur Ausbildung eines geschlossenen Flüssigkeitskreislaufes vorhanden ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

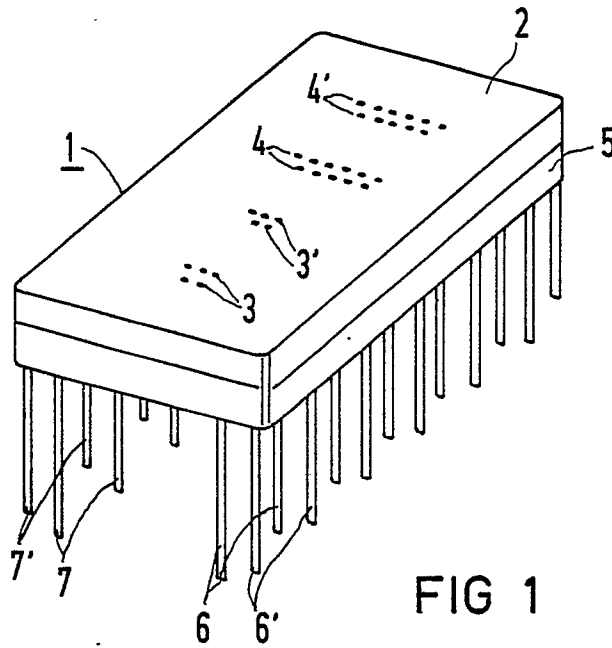


FIG 1

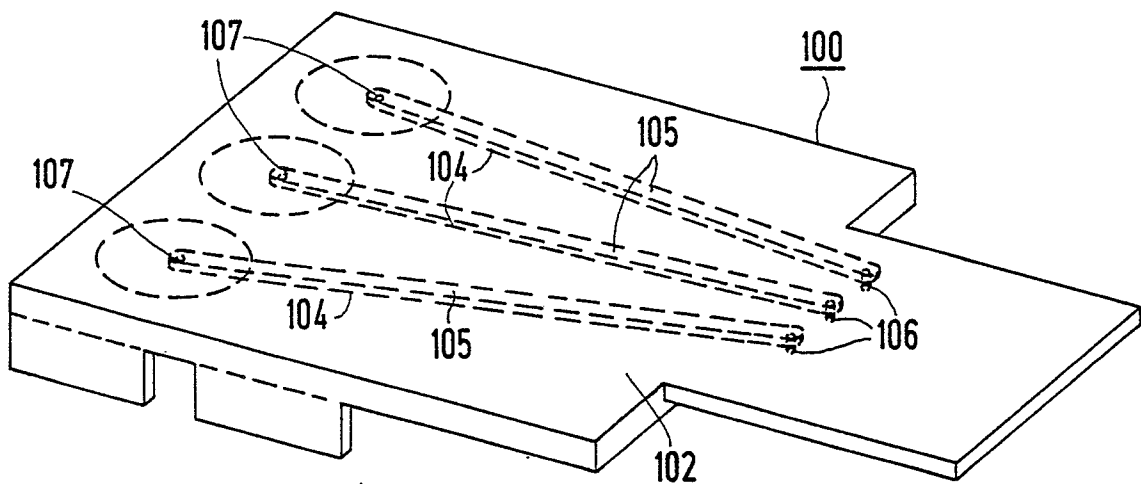


FIG 3

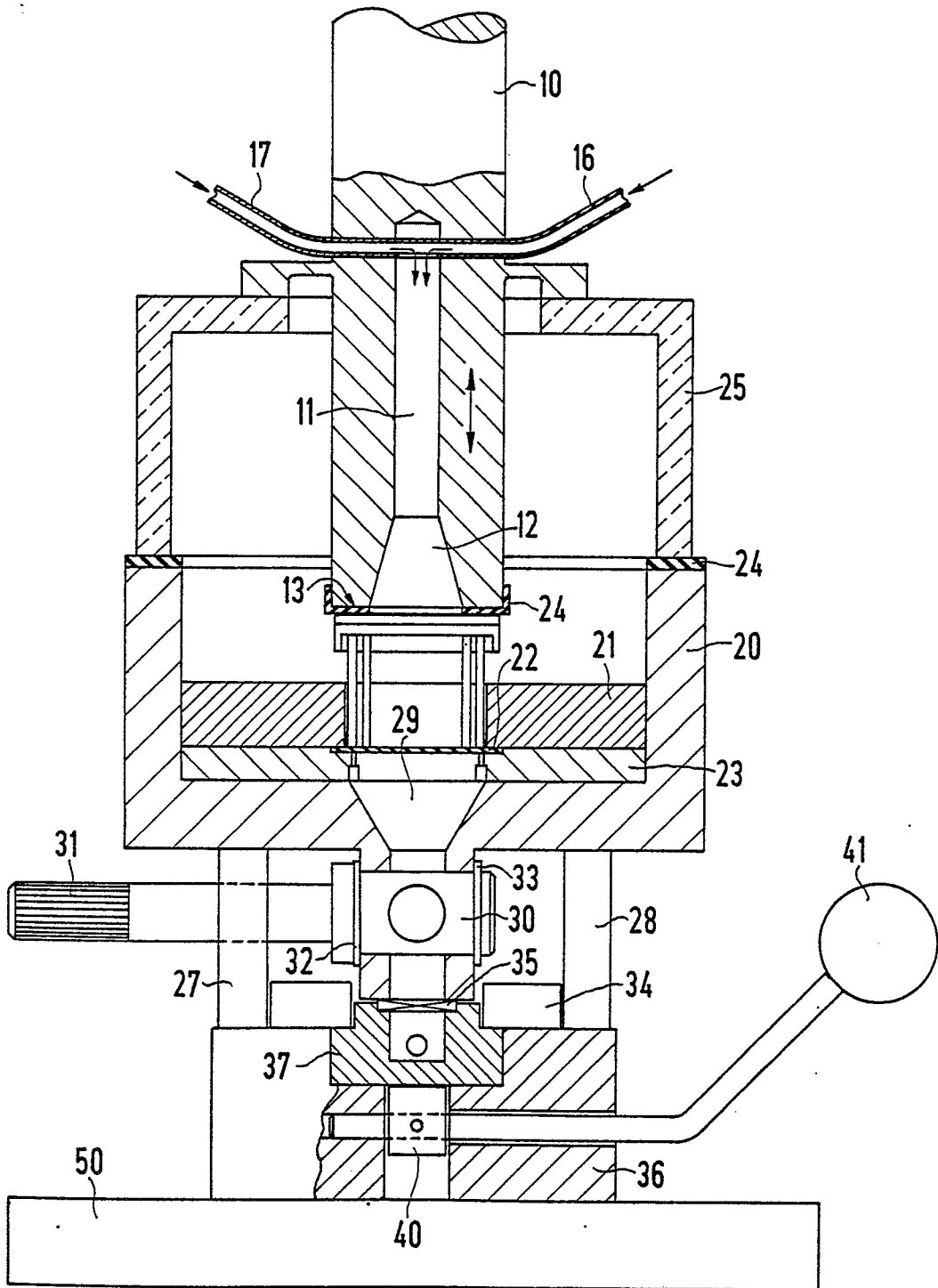


FIG 2

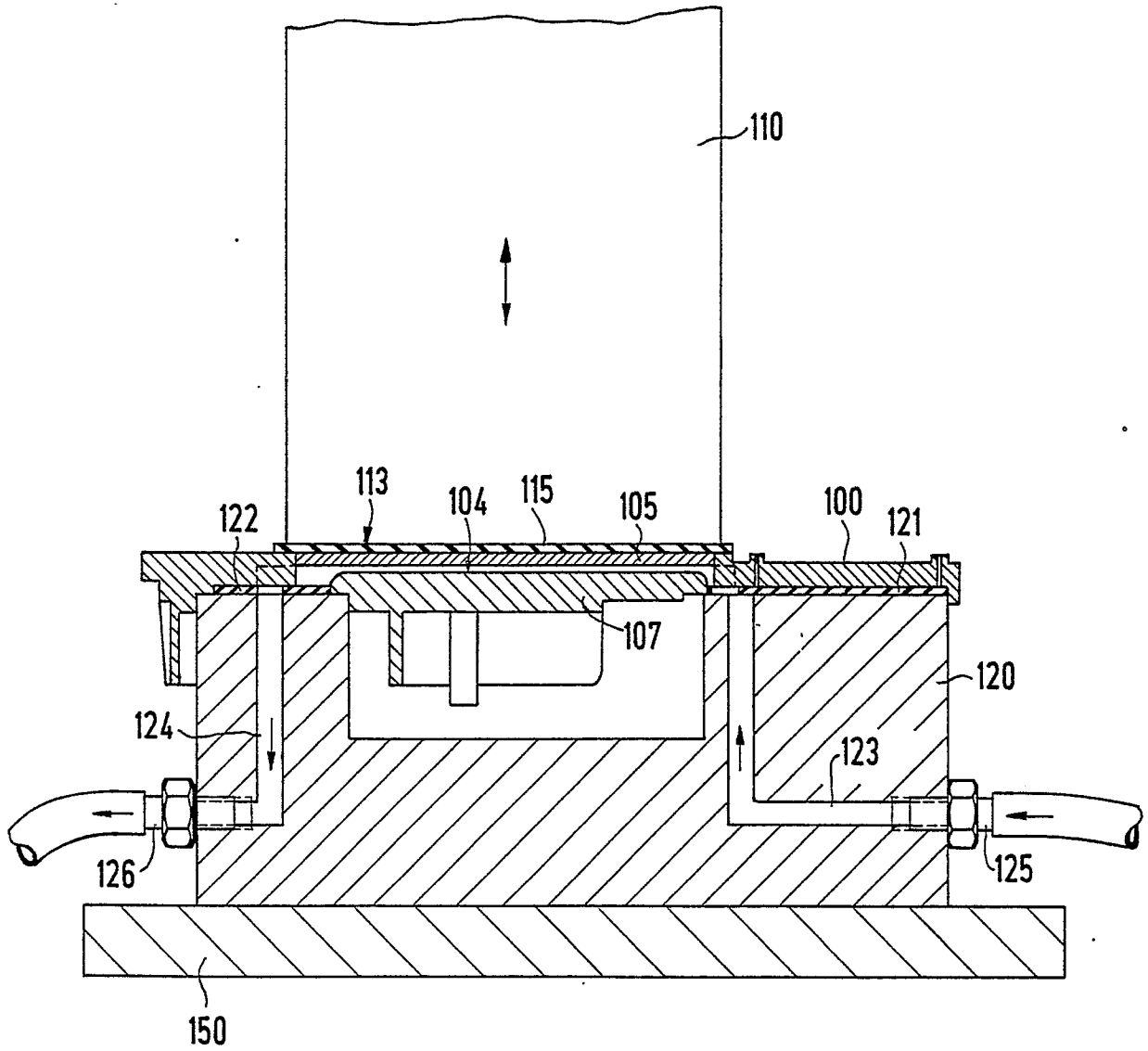


FIG 4



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	US-A-4 600 928 (H. BRAUN) * Insgesamt * ---	1	B 41 J 3/04
A	US-A-4 563 688 (H. BRAUN) * Insgesamt * ---	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 7, Nr. 197 (M-239)[1342], 27. August 1983, Seite 114 M 239; & JP-A-58 96 563 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 08-06-1983 * Zusammenfassung * ---	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 5, Nr. 187 (M-98)[859], 26. November 1981, Seite 102 M 98; & JP-A-56 106 868 (SUWA SEIKOSHA K.K.) 25-08-1981 * Zusammenfassung * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			B 41 J
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	02-09-1988	VAN DEN MEERSCHAUT G.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		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 andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	