



(11) **EP 0 973 620 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

- (45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
25.06.2008 Patentblatt 2008/26
- (51) Int Cl.:
B08B 3/04 ^(2006.01) **B08B 3/10** ^(2006.01)
C23G 3/00 ^(2006.01)
- (45) Hinweis auf die Patenterteilung:
06.08.2003 Patentblatt 2003/32
- (86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE1998/001006
- (21) Anmeldenummer: **98930632.9**
- (87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 1998/045059 (15.10.1998 Gazette 1998/41)
- (22) Anmeldetag: **08.04.1998**

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM REINIGEN ODER TROCKNEN VON WERKSTÜCKEN**
DEVICE AND METHOD FOR CLEANING OR DRYING WORK PIECES
PROCEDE ET DISPOSITIF POUR NETTOYER OU SECHER DES PIECES

- | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <p>(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR LI</p> <p>(30) Priorität: 09.04.1997 DE 19714603</p> <p>(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.01.2000 Patentblatt 2000/04</p> <p>(60) Teilanmeldung:
03010727.0 / 1 342 969</p> <p>(73) Patentinhaber: MAFAC ERNST SCHWARZ GmbH & Co. KG
72275 Alpirsbach (DE)</p> | <p>(72) Erfinder: SCHWARZ, Joachim
D-72250 Freudenstadt (DE)</p> <p>(74) Vertreter: Patentanwälte
Westphal, Mussnug & Partner
Herzog-Wilhelm-Strasse 26
80331 München (DE)</p> <p>(56) Entgegenhaltungen:</p> <table border="0"><tbody><tr><td>EP-A- 0 507 294</td><td>DE-A- 3 702 675</td></tr><tr><td>DE-A- 4 317 862</td><td>DE-A- 4 324 432</td></tr><tr><td>DE-A- 4 330 675</td><td>DE-A- 4 446 587</td></tr><tr><td>DE-A- 4 446 588</td><td>DE-A- 4 446 589</td></tr><tr><td>DE-C- 4 111 099</td><td>DE-C- 4 328 199</td></tr><tr><td>DE-U- 9 217 047</td><td>US-A- 4 983 222</td></tr></tbody></table> | EP-A- 0 507 294 | DE-A- 3 702 675 | DE-A- 4 317 862 | DE-A- 4 324 432 | DE-A- 4 330 675 | DE-A- 4 446 587 | DE-A- 4 446 588 | DE-A- 4 446 589 | DE-C- 4 111 099 | DE-C- 4 328 199 | DE-U- 9 217 047 | US-A- 4 983 222 |
| EP-A- 0 507 294 | DE-A- 3 702 675 | | | | | | | | | | | | |
| DE-A- 4 317 862 | DE-A- 4 324 432 | | | | | | | | | | | | |
| DE-A- 4 330 675 | DE-A- 4 446 587 | | | | | | | | | | | | |
| DE-A- 4 446 588 | DE-A- 4 446 589 | | | | | | | | | | | | |
| DE-C- 4 111 099 | DE-C- 4 328 199 | | | | | | | | | | | | |
| DE-U- 9 217 047 | US-A- 4 983 222 | | | | | | | | | | | | |

EP 0 973 620 B2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reinigen und Trocknen von Werkstücken.

[0002] Die Entfernung von Herstellungsrückständen wie Ölen, Fetten oder Spänen an Werkstücken, die feinste Strukturen mit Bohrungen, Hinterschneidungen, Spalten und anderen Ausnehmungen aufweisen, ist bislang weitgehend Reinigungsverfahren unter Verwendung von Lösungsmitteln vorbehalten. Die Lösungsmittel dienen zum einen dem Lösen von Fett- und Ölrückständen und ermöglichen aufgrund der geringen Oberflächenspannung ein Eindringen der Reinigungsflüssigkeit in kleinste kapillare Ausnehmungen und Spalte. Nachteilig bei derartigen Reinigungsverfahren ist der Einsatz chemischer Lösungsmittel, die eine aufwendige Nachbehandlung oder Entsorgung der Reinigungsflüssigkeit erforderlich machen.

[0003] Bislang bekannte Vorrichtungen und Verfahren zur lösungsmittelfreien Reinigung von Werkstücken sind nur sehr unzureichend zur Reinigung von Werkstücken mit filigranen Ausnehmungen und Oberflächenstrukturen geeignet.

[0004] Eine Vorrichtung und ein Verfahren zur lösungsmittelfreien Reinigung von Werkstücken ist aus der DE 43 17 862 A1 bekannt. Hierbei werden Werkstücke in einen Waschtank eingebracht, der dann luftdicht verschlossen und in dem ein Unterdruck erzeugt wird. Durch den Unterdruck wird über eine Leitungsverbindung Flüssigkeit in den Waschtank eingesaugt, wobei anschließend Luft in das entstandene Flüssigkeitsbad eingeblasen wird.

[0005] Die DE 92 17 047 U1 beschreibt eine Vorrichtung zum Reinigen von Werkstücken, bei der die Werkstücke von einem Waschflüssigkeitsbad umgeben sind, in welches ein gasförmiges Medium unter Überdruck eingeblasen wird. In einem Luftraum oberhalb des Waschflüssigkeitsbades ist ein Unterdruck erzeugbar.

[0006] Die DE 37 02 675 A1 beschreibt eine Vorrichtung zum Naßreinigen von Werkstücken, bei welcher mittels eines Flüssigkeitsstrahls eine Turbulenzströmung in einem Tauchbad erzeugt wird, in welchem die Werkstücke zur Reinigung angeordnet sind.

[0007] Aus der EP 0 507 294 A1 ist eine Vorrichtung zur Reinigung von Werkstücken bekannt, die einen Behandlungsbehälter und einen in dem Behandlungsbehälter angeordneten Werkstückträger zur Aufnahme von Werkstücken aufweist. Eine in dem Behandlungsbehälter angeordnete Sprüheinheit ist rotierbar um den Werkstückträger angeordnet und weist Auslaßdüsen zur Abgabe einer Reinigungsflüssigkeit auf. Zudem ist ein Flutrohr vorgesehen, um den Reinigungsbehälter ganz oder teilweise mit einer Reinigungsflüssigkeit zu fluten. Mittels der beschriebenen Vorrichtung ist ein Verfahren zur Reinigung von Werkstücken durchführbar, bei dem die Werkstücke in einem Tauchverfahren durch Fluten des Reinigungsbehälters oder in einem Spritzreinigungsverfahren durch Beaufschlagen der Werkstücke mit einem

Reinigungsstrahl aus der Spritzreinigungseinheit gereinigt werden.

[0008] Die DE 44 46 587 A1 beschreibt eine Reinigungsvorrichtung mit einem Tank, in dem eine Charge mittels Reinigungsflüssigkeit, die über Düsen einer Zuführleitung abgegeben wird, gereinigt werden kann. In dem Behandlungsbehälter ist ein Unterdruck erzeugbar. Er weist ferner im unteren Bereich ein Ablaufrohr auf, welches entweder über eine Umwälzpumpe an die Zuführleitung angeschlossen ist, oder welches über eine Pumpe in einen Vorratsbehälter führt, der wiederum über eine Pumpe an die Zuführleitung angeschlossen ist.

[0009] Die bekannten Vorrichtungen und Verfahren besitzen den Nachteil, daß sie zur Reinigung von Werkstücken mit kleinsten Oberflächenstrukturen und insbesondere zur Reinigung von sehr kleinen Werkstücken, die als Schüttgut in die Reinigungsbehälter eingebracht werden, wenig effektiv sind.

[0010] Ziel der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Reinigung von Werkstücken zur Verfügung zu stellen, mit dem eine zuverlässige Reinigung auch kleinster Werkstücke und von Werkstücken mit filigranen Oberflächenstrukturen möglich ist, das auf Basis wäßriger Reinigungsflüssigkeiten ohne Zusatz von Lösungsmitteln zuverlässig arbeitet und bei dem sich insbesondere die oben genannten Nachteile nicht ergeben.

[0011] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Reinigung von Werkstücken erreicht, das die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine zuverlässige Reinigung selbst kleinster Werkstücke bei Entfernung von Fett und Ölrückständen aus kleinsten Aussparungen und Öffnungen. Hierzu wird in dem Behandlungsbehälter ein Flüssigkeitsbad erzeugt, welches die von dem Werkstückträger gehaltenen Werkstücke wenigstens teilweise umgibt. Parallel zum Erzeugen eines Unterdruckes im Bereich oberhalb des Flüssigkeitsbades mittels einer an eine erste Absaugöffnung angeschlossenen Vakuumpumpe werden über die Sprüheinheit Reinigungsflüssigkeit und gegebenenfalls ein gasförmiges Medium in das Flüssigkeitsbad und den Bereich oberhalb des Flüssigkeitsbades eingebracht. Im Bereich oberhalb des Flüssigkeitsbades kommt es bei Auftreffen der von der Sprüheinheit abgegebenen Reinigungsflüssigkeit auf die Werkstücke zu Spontanverdampfungen, wobei Gasteilchen aufgrund der hierbei freiwerdenden Energie mit hoher Geschwindigkeit auf die Werkstücke prallen und einen beachtlichen Reinigungseffekt erzielen. Im Flüssigkeitsbad kommt es durch die unter Überdruck eingebrachte Reinigungsflüssigkeit und das gegebenenfalls eingebrachte gasförmige Medium zu Verwirbelungen und Kavitationseffekten, die explosionsartige Absprengungen von fest haftenden Verunreinigungen und von Verschmutzungen in kapillaren Einschlüssen der Werkstücke bewirken. Durch Rotieren oder periodisches Heben und Senken des Werkstückträgers werden die Werkstücke permanent den unterschiedlichen Reini-

gungsprozessen im Flüssigkeitsbad und oberhalb des Flüssigkeitsbades zugeführt und passieren dabei den besonders reinigungsaktiven Grenzflächenbereich zwischen Flüssigkeitsbad und darüberliegendem Unterdruckbereich.

[0013] Zur Aufrechterhaltung eines wenigstens annäherungsweise konstanten Flüssigkeitspegelstandes trotz dauernden Einbringens von Reinigungsflüssigkeit ist der regelbare Flüssigkeitsablauf vorgesehen, über den pro Zeiteinheit eine der neu zugeführten Flüssigkeitsmenge entsprechende Flüssigkeitsmenge abläuft. Der Flüssigkeitsablauf weist hierzu vorzugsweise ein Ventil auf, welches periodisch geöffnet und geschlossen wird.

[0014] Das erfindungsgemäß Verfahren besitzt zudem den Vorteil, daß es neben dem Reinigen von Werkstücken auch zur Trocknung der gereinigten Werkstücke verwendet werden kann.

[0015] Hierzu wird nach Ablaufen der Reinigungsflüssigkeit bzw. des Flüssigkeitsbades ein gasförmiges Medium unter Überdruck über die Auslaßdüsen der Sprüheinheit in den Behandlungsbehälter eingebracht, wobei der auf die Werkstücke auftreffende Gasstrahl an den Werkstücken anhaftende Flüssigkeitsreste entfernt, die abgesaugt werden. Die Absaugung erfolgt vorzugsweise durch die Vakuumpumpe oder über eine weitere, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehene weitere Absaugvorrichtung, die an eine zweite Absaugöffnung des Behandlungsbehälters angeschlossen ist. Die weitere Absaugvorrichtung dient insbesondere dazu, unmittelbar nach dem Reinigungsprozeß die in dem Behandlungsbehälter befindlichen Flüssigkeitsdämpfe schnell abzusaugen. Ein durch die Vakuumpumpe in dem Behandlungsbehälter erzeugter Unterdruck beschleunigt die Verdampfung der durch die Gasstrahlen von den Werkstücken entfernten Flüssigkeitsreste. Durch Drehen der Sprüheinheit in dem Behandlungsbehälter werden die Werkstücke von ständig wechselnden Seiten mit Gasstrahlen beaufschlagt, um eine möglichst vollständige Trocknung zu bewirken. Durch gleichzeitiges Drehen des Werkstückträgers erfolgt, insbesondere bei Schüttgut, eine ständige Durchmischung der Werkstücke, so daß im Verlauf des Trocknungsprozesses alle Werkstücke den Gasstrahlen ausgesetzt werden.

[0016] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0017] Vorteilhafterweise weist der Behandlungsbehälter außen angebrachte Heizvorrichtungen zum Erwärmen des Behandlungsbehälters während des Trocknungsvorganges auf.

[0018] Weiterhin ist vorgesehen, Wärmestrahler im Inneren des Behandlungsbehälters anzuordnen, die während des Trocknungsvorganges eine auf die Werkstücke gerichtete Wärmestrahlung abgeben, die unterstützt durch den in dem Behandlungsbehälter bestehenden Unterdruck eine Verdampfung von auf den Werkstücken anhaftenden Flüssigkeitsresten bewirkt. Vorteilhafterweise sind die Wärmestrahler drehbar um den Werk-

stückträger in dem Behandlungsbehälter angeordnet.

[0019] Nach dem erfindungsgemäßen Reinigungsverfahren wird in einem Behandlungsbehälter, in dem ein Werkstückträger zur Aufnahme der Werkstücke angeordnet ist, ein Flüssigkeitsbad erzeugt und in dem Behandlungsbehälter in einem Bereich oberhalb des Flüssigkeitsbades ein Unterdruck erzeugt. Der Werkstückträger bzw. die Werkstücke sind hierbei teilweise von dem Flüssigkeitsbad umgeben.

[0020] Über Auslaßdüsen einer Sprüheinheit werden anschließend Reinigungsflüssigkeit und/oder ein gasförmiges Medium unter Überdruck in den Behandlungsbehälter eingebracht, wobei die Flüssigkeitsstrahlen bzw. die Strahlen des gasförmigen Mediums vorzugsweise auf die Werkstücke gerichtet sind. Der Werkstückträger wird während dieses Vorgangs derart in dem Behandlungsbehälter bewegt, daß die Werkstücke abwechselnd Bereiche oberhalb und unterhalb eines Flüssigkeitspegelstandes des Flüssigkeitsbades passieren, um so abwechselnd den unterschiedlichen Reinigungsprozessen ausgesetzt zu werden, die oberhalb, unterhalb und im Grenzbereich zwischen Flüssigkeitsbad und Unterdruckbereich stattfinden, ausgesetzt zu werden. Die Bewegung des Werkstückträgers kann beispielsweise durch periodisches Heben und Senken oder auch durch Rotation erfolgen.

[0021] Vorzugsweise wird der Flüssigkeitspegelstand während des Reinigungsprozesses wenigstens annäherungsweise konstant gehalten, um sicherzustellen, daß die Werkstücke bei Bewegung des Werkstückträgers abwechselnd Bereiche oberhalb und unterhalb des Flüssigkeitspegelstandes passieren. Die Ausbildung des Flüssigkeitsbades in den Behandlungsbehälter kann durch anfängliches Fluten des Behandlungsbehälters bis auf einen vorgegebenen Flüssigkeitspegelstand erfolgen, wobei dieser Flüssigkeitspegelstand bei Zufließen weiterer Reinigungsflüssigkeit über einen regelbaren Flüssigkeitsablauf annäherungsweise konstant gehalten wird. Eine andere Möglichkeit zur Erzeugung des Flüssigkeitsbades besteht darin, den Flüssigkeitsablauf zu Beginn des Reinigungsprozesses solange geschlossen zu halten, bis über die Sprüheinheit eine entsprechende Menge Reinigungsflüssigkeit in den Behandlungsbehälter eingebracht wurde.

[0022] Flüssigkeitsdämpfe, die sich im Unterdruckbereich oberhalb des Flüssigkeitsbades ausbilden, werden abgesaugt, wobei die Absaugung vorzugsweise über eine zur Erzeugung des Unterdrucks vorgesehene Vakuumpumpe erfolgt. Vorteilhafterweise erfolgt während des Reinigungsprozesses eine Drehung der Sprüheinheit, wobei sich die Auslaßdüsen der Sprüheinheit vorzugsweise gegenläufig zu einer Rotationsbewegung des Werkstückträgers bewegen.

[0023] Das erfindungsgemäße Reinigungsverfahren sieht weiterhin vor, die oben genannten Verfahrensschritte mehrmals hintereinander auszuführen, wobei zwischen den einzelnen Reinigungsprozessen das Flüssigkeitsbad annähernd schlagartig über den Flüssig-

keitsablauf abgelassen wird. Durch die hierbei entstehende Sogwirkung wird an den Werkstücken ein weiterer Reinigungseffekt erzielt. Das Ablassen des Flüssigkeitsbades wird durch Erzeugen eines Überdrucks mittels über die Sprüheinheit eingeblasener Druckluft beschleunigt.

[0024] Zum Trocknen der Werkstücke im Anschluß an den Reinigungsprozeß ist vorgesehen, die Reinigungsflüssigkeit aus dem Behandlungsbehälter abzulassen und anschließend über Auslaßdüsen einer Sprüheinheit ein gasförmiges Medium unter Überdruck in den Behandlungsbehälter einzubringen. Die sich bei Auftreffen des gasförmigen Strahls auf die an den Werkstücken anhaftende Flüssigkeit ergebenden Flüssigkeitsdämpfe werden aus dem Behandlungsbehälter abgesaugt. Die Absaugung erfolgt vorzugsweise über eine Vakuumpumpe, wobei ein durch die Vakuumpumpe in dem Behandlungsbehälter erzeugter Unterdruck eine Verdampfung der Flüssigkeitsreste beschleunigt. Der Werkstückträger und/oder die Sprüheinheit werden während des Trocknungsprozesses gedreht, um zum einen bei Schüttgut eine permanente Durchmischung der Werkstücke zu erreichen und zum anderen die Werkstücke aus allen Richtungen dem gasförmigen Strahl auszusetzen. Insbesondere zur Trocknung empfindlicher Werkstücke ist vorgesehen, den Werkstückträger während des Trocknungsvorgangs stationär zu halten und die Sprüheinheit um den Werkstückträger zu rotieren.

[0025] Der Trocknungsvorgang kann durch Erwärmung des Behandlungsbehälters mittels innen oder außen angebrachter Heizvorrichtungen beschleunigt werden.

[0026] Gemäß einem Verfahren zur Trocknung von Werkstücken ist vorgesehen, einen Unterdruck in einem Behandlungsbehälter, in dem die Werkstücke von einem Werkstückträger aufgenommen sind, zu erzeugen und weiterhin im Inneren des Behandlungsbehälters eine auf die Werkstücke gerichtete Wärmestrahlung zu generieren. Die energiereiche Wärmestrahlung bewirkt, unterstützt durch den im Behälterinneren ausgebildeten Unterdruck, eine Verdampfung der an den Werkstücken anhaftenden Flüssigkeit. Um die Werkstücke gleichmäßig den Wärmestrahlungen auszusetzen, erfolgt eine Rotation des Werkstückträgers und/oder einer Vorrichtung, an der die Wärmestrahler befestigt sind. Die Flüssigkeitsdämpfe werden aus dem Behälterinneren abgesaugt. Die Absaugung erfolgt vorzugsweise durch die zur Erzeugung des Unterdrucks erforderliche Vakuumpumpe. Gemäß einer Ausführungsform des Trocknungsverfahrens ist vorgesehen, vorzugsweise über Auslaßdüsen einer Sprüheinheit ein gasförmiges Medium unter Überdruck in den Behandlungsbehälter einzubringen. Dies bewirkt zum einen, daß Flüssigkeitsreste von den Werkstücken weggeblasen werden, wobei die Flüssigkeitsreste durch das Vakuum und die zugeführte Wärme verdampfen und die entstehenden Flüssigkeitsdämpfe über die Vakuumpumpe abgesaugt werden. Zum anderen erfolgt durch Einbringen des gasförmigen Mediums eine

vorübergehende Abschwächung des Unterdrucks, wodurch die Vakuumpumpe eine verstärkte Sogwirkung im Behälterinneren bewirkt und wodurch die Flüssigkeitsdämpfe schneller aus dem Behälterinneren abgesaugt werden.

[0027] Die Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren werden nachfolgend in Figuren anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Vorrichtung mit einem zylinderförmigen Behandlungsbehälter im axialen Querschnitt;

Fig. 2 eine Vorrichtung im axialen Querschnitt in perspektivischer Ansicht;

Fig. 3 eine Vorrichtung mit stationären Wärmestrahlern im radialen Querschnitt;

Fig. 4 eine Vorrichtung mit rotierbaren Wärmestrahlern im radialen Querschnitt;

Fig. 5 eine Vorrichtung in perspektivischer Ansicht.

[0028] In den Figuren bezeichnen, sofern nicht anders angegeben, gleiche Bezugszeichen gleiche Teile mit gleicher Bedeutung.

[0029] Die wesentlichen Baugruppen der Vorrichtung werden nachfolgend anhand der Fig. 1 bis 4 erläutert, wobei Fig. 3 eine Schnittdarstellung der Vorrichtung entlang der in Fig. 1 eingezeichneten Schnittlinie B-B' ist. Fig. 2 zeigt die in axialer Richtung geschnittene Vorrichtung zudem in perspektivischer Ansicht, wobei Schnittflächen aus Gründen der Übersichtlichkeit schraffiert dargestellt sind.

[0030] Die Vorrichtung besitzt einen im wesentlichen zylinderförmigen Behandlungsbehälter 1, der einen regelbaren Flüssigkeitsablauf 4 und eine erste Absaugöffnung 7 zum Anschluß einer Vakuumpumpe zur Erzeugung eines Unterdrucks im Inneren des Behandlungsbehälters 1 aufweist. Des weiteren ist eine zweite Absaugöffnung 6 zum Anschluß einer weiteren Absaugvorrichtung vorgesehen, die im wesentlichen zum schnellen Absaugen von Flüssigkeitsdämpfen im Anschluß an einen mit der Vorrichtung durchführbaren Reinigungsprozeß dient. Die weitere Absaugvorrichtung bewirkt vorzugsweise einen wesentlich größeren Gasaustausch als die Vakuumpumpe, ist jedoch nicht zur Erzeugung eines Vakuums geeignet.

[0031] Im Inneren des Behandlungsbehälters 1 ist ein Werkstückträger 12 zur Aufnahme von Werkstücken angeordnet, wobei der Werkstückträger 12 in dem Behandlungsbehälter 1 drehbar um eine in Längsrichtung verlaufende Achse A-A' gelagert ist. Der Werkstückträger 12 dient zum einen zur Aufnahme einzelner großer Werkstücke und zum anderen zur Aufnahme von Körben 18 mit Schüttgut, wobei die Körbe flüssigkeits- und gasdurchlässig sind. Im Inneren des Behandlungsbehälters 1 befindet sich weiterhin eine Sprüheinheit 8a, 8b zum

Einbringen von Reinigungsflüssigkeit oder eines gasförmigen Mediums in das Behälterinnere. Die Sprüheinheit besteht bei den in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen aus zwei parallel angeordneten im wesentlichen rechteckförmig verlaufenden Rohrschleifen, von denen eine zur Abgabe von Reinigungsflüssigkeit und die anderen zur Abgabe eines gasförmigen Mediums dient. Die beiden Rohrschleifen 8a, 8b weisen jeweils eine Vielzahl von auf den Werkstückträger gerichteten Auslaßdüsen auf. Die aus den beiden Rohrschleifen 8a, 8b gebildete Sprüheinheit ist ebenfalls um die Behälterachse A-A' drehbar gelagert.

[0032] Zur Beschickung des Behandlungsbehälters mit Werkstücken ist an einer Seite des Behandlungsbehälters 1 eine verschließbare Zuführöffnung 16 vorgesehen. Der Werkstückträger 12 besitzt eine Anzahl von Rollen, die ein Einfahren des die Werkstücke aufnehmenden Korbes 18 in den Behandlungsbehälter 1 erleichtert.

[0033] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Reinigung von Werkstücken soll nachfolgend anhand der in den Figuren dargestellten Vorrichtung erläutert werden. Nach Einbringen des die Werkstücke tragenden Korbes 18 in den Behandlungsbehälter 1 erfolgt ein Fluten des Behandlungsbehälters 1 mit einer Reinigungsflüssigkeit bis auf einen vorgegebenen Flüssigkeitspegelstand 100, 102, wobei der Werkstückträger 12 bzw. der die Werkstücke aufnehmende Korb 18 teilweise von dem Flüssigkeitsbad 50 umgeben ist. In Fig. 1 sind beispielhaft zwei unterschiedliche Flüssigkeitspegelstände eingezeichnet. Es erfolgt eine teilweise Vakuumierung des oberhalb des Flüssigkeitsbades befindlichen Raumes 52 mittels der an die erste Absaugöffnung angeschlossenen Vakuumpumpe. Zudem wird Reinigungsflüssigkeit über die Auslaßdüsen einer der Rohrschleife der Sprüheinheit 8a, 8b unter Überdruck in das Behälterinnere eingebracht, wobei die Zuführung der Reinigungsflüssigkeit von außen über eine zentrale Welle 40 erfolgt, über welche auch der Werkstückträger 12 und die Sprüheinheit 8a, 8b drehbar gelagert sind.

[0034] Bei Einbringen der Reinigungsflüssigkeit unter Überdruck in den Behandlungsbehälter 1 ergeben sich im wesentlichen drei unterschiedliche Reinigungsprozesse. Im Raum 52 oberhalb des Flüssigkeitsbades kommt es beim Auftreffen der Flüssigkeitsstrahlen auf die Werkstücke zu explosionsartigen Spontanverdampfungen der Behandlungsflüssigkeit, wobei es durch die freiwerdende Energie zum Ablösen von Verunreinigungen und festhaftenden Belag- und Oberflächenverschmutzungen kommt. Der Druck der Reinigungsflüssigkeit, der vorzugsweise im Bereich von 2,0 bis 15,0 bar liegt, und das in dem Raum 52 ausgebildete Vakuum, vorzugsweise zwischen 0,2 bis 0,6 bar können so aufeinander abgestimmt werden, daß es erst beim Auftreffen der Reinigungsflüssigkeit auf die Werkstücke zu Verdampfungen kommt. Zur Verbesserung des Reinigungseffektes ist die Reinigungsflüssigkeit auf eine Temperatur von ca. 60 bis 85 °C erhitzt. Im Flüssigkeitsbad 50 entwickeln sich durch das Einbringen der Reinigungs-

flüssigkeit turbulente Unterwasserströmungen, die einen Reinigungseffekt an den Werkstücken hervorrufen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, über die andere der beiden Rohrschleifen der Sprüheinheit 8a, 8b ein gasförmiges Medium unter Überdruck einzubringen, wobei das gasförmige Medium in dem Flüssigkeitsbad 50 zu zusätzlichen Verwirbelungen beiträgt.

[0035] Durch Rotation des Werkstückträgers 12 um die Achse A-A' werden die in dem Korb 18 befindlichen Werkstücke abwechselnd den unterschiedlichen Reinigungsprozessen im Raum 52 oberhalb des Flüssigkeitsbades und in dem Flüssigkeitsbad 50 zugeführt. Ferner werden durch Rotation des Werkstückträgers 12 die Werkstücke der in dem Korb 18 befindlichen Charge permanent durchmischt, um alle Werkstücke während des Reinigungsprozesses den von außen an die Charge angreifenden Reinigungsprozessen auszusetzen. Im Raum 52 oberhalb des Flüssigkeitsbades werden die Werkstücke durch Rotation des Werkstückträgers 12 aus verschiedenen Richtungen mit den aus den Auslaßdüsen austretenden Flüssigkeitsstrahlen beaufschlagt. Die Sprüheinheit 8a, 8b kann hierbei stationär bleiben, wobei ein Teil der Rohrschleifen 8a, 8b oberhalb und ein Teil unterhalb des Flüssigkeitspegelstandes 100, 102 angeordnet ist, um sowohl in dem Raum 52 als auch in das Flüssigkeitsbad 50 Reinigungsflüssigkeit zu injizieren. Vorteilhafterweise wird die Sprüheinheit 8a, 8b während des Reinigungsprozesses gegenläufig zu dem Werkstückträger 12 um die Achse A-A' rotiert.

[0036] Die Rotation des Werkstückträgers 12 bewirkt in dem Flüssigkeitsbad 50 eine zusätzliche turbulente Strömung, die den Reinigungseffekt verstärkt. Zudem werden durch die Rotation des Werkstückträgers 12 permanent Gasanteile in das Flüssigkeitsbad 50 eingebracht, die dort als Gasblasen unterschiedlichster Ausprägung Reinigungseffekte an den Werkstücken erzielen.

[0037] Als besonders reinigungsaktiv erweist sich bei diesem Verfahren der Grenzbereich zwischen dem Gasraum 52 und dem Flüssigkeitsbad 50. In diesem Übergangsbereich zwischen flüssigem und gasförmigem Aggregatzustand kommt es permanent zu spontanen Verdampfungen und Kondensationen, wobei die Reinigungsflüssigkeit im Übergangszustand zur Gasphase eine maximal reduzierte Oberflächenspannung besitzt, die ein Eindringen der Reinigungsflüssigkeit selbst in kapillare Spalte und Ausnehmungen der Werkstücke ermöglicht. Die Verdampfung der Reinigungsflüssigkeit in diesem Grenzbereich wird durch die auf die Flüssigkeitsoberfläche auftretenden Reinigungsstrahlen verstärkt, die eine permanente Aufwirbelung der Flüssigkeitsoberfläche bewirken.

[0038] Die sich in dem Gasraum 52 ansammelnden Flüssigkeitsdämpfe werden über die erste Absaugöffnung 7 durch die Vakuumpumpe während des Reinigungsprozesses permanent abgesaugt. Um den gewünschten Flüssigkeitspegelstand, trotz des permanenten Zulaufes von Reinigungsflüssigkeit über die

Sprüheinheit 8a, 8b wenigstens annäherungsweise konstant zu halten, wird pro Zeiteinheit eine der zufließenden Menge von Reinigungsflüssigkeit entsprechender Anteil des Flüssigkeitsbades 50 über den Flüssigkeitsablauf 4 abgeleitet. Der Flüssigkeitsablauf 4 weist hierzu ein in den Figuren nicht näher dargestelltes Ventil auf, welches zum Ableiten der Flüssigkeit in regelmäßigen Zeitabständen geöffnet und geschlossen wird. Der permanente Ablauf von Reinigungsflüssigkeit aus dem Flüssigkeitsbad 50, die durch die über die Sprüheinheit 8a, 8b zugeführte Reinigungsflüssigkeit ersetzt wird, besitzt den Vorteil, daß während des Reinigungsprozesses permanent Schmutz, der sich in dem Flüssigkeitsbad 50 ansammelt, abgeführt wird.

[0039] Der beschriebene Reinigungsprozeß wird vorzugsweise mehrere Male hintereinander durchgeführt, wobei zwischen den einzelnen Prozessen das Flüssigkeitsbad 50 sehr schnell wenigstens teilweise über den Flüssigkeitsablauf 4 abgelassen wird, hierdurch entsteht ein starker Sog an den Werkstücken, der an den Werkstücken anhaftende Schmutzreste mitreißt. Das Ablassen des Flüssigkeitsbades 50 wird vorteilhafterweise durch Erzeugen eines Überdruckes mittels über die Sprüheinheit eingebrachter Druckluft beschleunigt.

[0040] Die Vorrichtung ist des weiteren geeignet, die im Anschluß an den Reinigungsprozeß nassen Werkstücke zu trocknen. Nach Ende des Reinigungsprozesses wird die Reinigungsflüssigkeit über den Flüssigkeitsablauf 4 abgelassen und der Flüssigkeitsablauf 4 geschlossen. Anschließend wird ein gasförmiges Medium, insbesondere Luft, unter Überdruck in den Behandlungsbehälter 1 eingeblasen. Die an den Werkstücken anhaftenden Flüssigkeitsreste werden durch den Gasstrahl weggerissen und verdampfen, wobei der sich bildende Flüssigkeitsdampf vorzugsweise durch die Vakuumpumpe über die erste Absaugöffnung 7 abgesaugt wird. Ein durch die Vakuumpumpe in dem Behandlungsbehälter 1 erzeugter Unterdruck beschleunigt zudem die Verdampfung der von den Werkstücken abgelassenen Flüssigkeitsreste. Durch Rotation des Werkstückträgers 18 werden die Werkstücke permanent durchmischt und von verschiedenen Seiten mit den Gasstrahlen zur Trocknung beaufschlagt. Vorzugsweise rotieren der Werkstückträger 18 und die Rohrschleife 8b gegenläufig um die Achse A-A' des Behandlungsbehälters.

[0041] Der Trocknungseffekt wird durch Aufheizen des Behälterinneren verstärkt, wobei die Aufheizung durch außen angebrachte, hier nicht näher dargestellte Heizvorrichtungen oder durch im Behälterinneren angeordnete Wärmestrahler 10a, 10b erzeugt wird. Die Wärmestrahler sind dabei vorzugsweise auf den Werkstückträger 12 bzw. die Werkstücke gerichtet und, wie in den Fig. 1 und 3 dargestellt, als stationäre Wärmestrahler 10a stationär an einer Behälterinnenwand angeordnet oder, wie in Fig. 4 dargestellt, als rotierbare Wärmestrahler 10b an einer parallel zu den Rohrschleifen 8a, 8b der Sprüheinheit angeordneten Rohrschleife 8c angeordnet, die zusammen mit der Sprüheinheit 8a, 8b um die Achse

A-A' des Behandlungsbehälters drehbar gelagert ist. Die Wärmestrahler 10a, 10b sind, wie insbesondere aus Fig. 1 hervorgeht, als langgestreckte Elemente ausgebildet, die sich in axialer Richtung in dem Behandlungsbehälter 1 erstrecken.

[0042] Bei besonders empfindlichen Werkstücken besteht die Möglichkeit, den Werkstückträger 12 stationär zu lassen und lediglich die Sprüheinheit 8a, 8b oder die Sprüheinheit 8a, 8b zusammen mit der Rohrschleife 8c für die Wärmestrahler 10b um das Werkstück zu rotieren.

[0043] Vor Durchführung des eigentlichen Trocknungsprozesses ist vorgesehen, die von dem Reinigungsprozeß noch in dem Reinigungsbehälter 1 befindlichen Flüssigkeitsdämpfe über die zweite Absaugöffnung 6 abzusaugen. Dies dient zur Beschleunigung des Trocknungsvorganges, da die an die zweite Absaugöffnung 6 angeschlossene Absaugvorrichtung einen größeren Gasaustausch als die Vakuumpumpe ermöglicht.

[0044] Die Temperatur des über die Sprüheinheit 8a, 8b eingebrachten gasförmigen Mediums beträgt abhängig von der Temperaturempfindlichkeit der zu trocknenden Werkstücke zwischen 50 und 200 °C, entsprechend variiert der Druck des eingebrachten gasförmigen Mediums zwischen 0,5 bar und 10 bar, wobei im Behälterinneren ein Vakuum zwischen 0,2 bar und 0,6 bar ausgebildet ist.

[0045] Die Vorrichtung ermöglicht zudem ein weiteres Trocknungsverfahren, bei dem eine Trocknung der Werkstücke durch die von den Wärmestrahlern 10a, 10b abgestrahlte Wärmestrahlung im Zusammenhang mit einem im Behälterinneren durch die Vakuumpumpe erzeugten Vakuum erfolgt. Dieses Verfahren ist insbesondere zur Trocknung mechanisch wenig belastbarer Bauteile, wie Elektronikbauteile, geeignet, die bei Verwendung des im vorangegangenen beschriebenen Trocknungsverfahrens durch den hohen Druck der Gasstrahlen zerstört würden.

[0046] Die an den Werkstücken anhaftenden Flüssigkeitsreste verdampfen durch die Wärmestrahlung, wobei der Siedepunkt durch das Vakuum stark herabgesetzt ist. Bei stationär angebrachten Wärmestrahlern erfolgt eine Rotation des Werkstückträgers 18, um die Werkstücke von allen Seiten der Wärmestrahlung auszusetzen. Des weiteren besteht bei der in Figur 4 dargestellten Vorrichtung die Möglichkeit, die Wärmestrahler 10b durch die Rohrschleife 8c um den Werkstückträger 18 zu rotieren und den Werkstückträger 18 stationär zu lassen bzw. den Werkstückträger 18 und die Rohrschleife 8c gegenläufig zu rotieren, um die Werkstücke permanent aus verschiedenen Richtungen der Wärmestrahlung auszusetzen.

[0047] Der sich im Behälterinneren ausbildende Flüssigkeitsdampf wird über die erste Absaugöffnung 7 und die Vakuumpumpe abgesaugt. Vorzugsweise wird in definierten Zeitabständen kurzzeitig ein gasförmiges Medium, insbesondere Luft, über eine der Rohrschleifen der Sprüheinheit 8a, 8b in das Behälterinnere eingeblasen, um den Druck im Behälterinneren kurzzeitig zu erhöhen

und das Vakuum damit herabzusetzen. Zur Wiederherstellung des Vakuums wird die eingebrachte Luft über die Vakuumpumpe abgesaugt, wobei durch diesen kurzfristig verstärkten Gasaustausch die Flüssigkeitsdämpfe schneller aus dem Behandlungsbehälter 1 entfernt werden. Die eingebrachte Luft bewirkt weiterhin, daß Flüssigkeitsreste von den Werkstücken weggeblasen werden, um so eine schnellere Verdampfung der anhaftenden Flüssigkeitsreste zu bewirken.

Bezugszeichenliste

[0048]

1	Behandlungsbehälter
4	Flüssigkeitsablauf
6	erste Absaugöffnung
7	zweite Absaugöffnung
8a, 8b	Rohrschleifen mit Auslaßdüsen
8c	Rotationsvorrichtung für Wärmestrahler
10a, 10b	Wärmestrahler
12	Werkstückträger
16	Zuführöffnung
18	Werkstückkorb
22	Rollen des Werkstückträgers

50	Flüssigkeitsbad
52	Gasraum

100, 102 Flüssigkeitspegelstände

A-A'	Achse des Behandlungsbehälters
B-B'	Schnittlinie

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reinigung von Werkstücken, bei dem die Werkstücke in einen Behandlungsbehälter (1), in dem ein Werkstückträger (12) zur Aufnahme der Werkstücke angeordnet ist, eingebracht werden, und bei dem Reinigungsflüssigkeit unter Überdruck über Auslassdüsen (8a, 8b) einer Sprüheinheit (8a, 8b) auf die Werkstücke gerichtet in den Behandlungsbehälter (1) eingebracht wird, mit folgenden weiteren Verfahrensschritten:

- Herstellen eines die Werkstücke wenigstens teilweise umgebenden Flüssigkeitsbades (50) in dem Behandlungsbehälter (1);
- Erzeugen eines Unterdrucks in einem oberhalb des Flüssigkeitsbades (50) befindlichen Gasraum (52);

gekennzeichnet durch folgenden Verfahrensschritt während des Einbringens von Reinigungsflüssigkeit über die Auslassdüsen (8a, 8b) in den Gasraum (52) und gleichzeitig in das Flüssigkeitsbad :

- Bewegen des Werkstückträgers (12) in dem Behandlungsbehälter (1) derart, dass die Werkstücke abwechselnd das Flüssigkeitsbad (50) und den oberhalb des Flüssigkeitsbades (50) ausgebildeten Gasraum (52) passieren.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Flüssigkeitspegel (100, 102) des Flüssigkeitsbades (50) wenigstens annäherungsweise konstant gehalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstückträger (12) zum abwechselnden Einbringen der Werkstücke in das Flüssigkeitsbad (50) und den Gasraum (52) um eine Achse A-A' des Behandlungsbehälters gedreht wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Absaugung von Flüssigkeitsdämpfen aus dem Gasraum (52) erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sprüheinheit (8a, 8b), vorzugsweise gegenläufig zum Werkstückträger, in dem Behandlungsbehälter (1) rotiert.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in regelmäßigen Zeitabständen das Flüssigkeitsbad (50) wenigstens teilweise abgelassen wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, das folgende Verfahrensschritte zum Trocknen der Werkstücke aufweist:

- Entfernen der Reinigungsflüssigkeit aus dem Behandlungsbehälter;
- Einbringen eines gasförmigen Mediums unter Überdruck über Auslassdüsen der Sprüheinheit (8a, 8b) in den Behandlungsbehälter (1);
- Absaugen von Flüssigkeitsdämpfen aus dem Inneren des Behandlungsbehälters (1);
- Drehen der Sprüheinheit (8a, 8b) und/oder des Werkstückträgers (12) in dem Behandlungsbehälter (1).

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Behandlungsbehälter (1) ein Unterdruck erzeugt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innere des Behandlungsbehälters (1) mittels außen an dem Behandlungsbehälter (1) angebrachter oder mittels im Inneren des Behandlungsbehälters (1) angeordneter, auf den Werkstückträger (12) gerichteter Wärmestrahler (10a, 10b) erwärmt wird.

Claims

1. A method for cleaning workpieces, in which the workpieces are introduced into a treatment container (1) in which a workpiece carrier (12) for accommodating the workpieces are disposed, and in which cleaning fluid subjected to excess pressure is introduced into the treatment container via outlet nozzles (8a, 8b) of a spray unit (8a, 8b) directed onto the workpieces, with the following method steps:
 - producing of a fluid bath (50) in the treatment container (1), which at least partially surrounds the workpieces;
 - generating of a low pressure in a gas chamber (52) situated above the liquid bath (50);

characterised by the following method step during the introduction of cleaning fluid via the outlet nozzles (8a, 8b) in the gas space (52) and simultaneously into the liquid bath:

 - moving the workpiece carrier (12) in the treatment container (1) in such a manner that the workpieces alternately pass through the liquid bath (50) and the gas space (52) present above the liquid bath (50).
2. A method according to Claim 1, **characterised in that** a water level (100-102) of the liquid bath (50) is kept at least approximately constant.
3. A method according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the workpiece carrier (12) is rotated around an axis A-A' of the treatment container for the alternating introduction of the workpieces into the liquid bath (50) and into the gas chamber (52).
4. A method according to one of Claims 1 to 3, **characterised in that** liquid vapours are sucked out of the gas chamber (52).
5. A method according to one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the spray unit (8a, 8b) rotates in the treatment chamber (1), preferably in the opposite direction to the workpiece carrier.
6. A method according to one of Claims 1 to 5, **characterised in that** liquid is at least partially drawn off from the liquid bath (50) at regular time intervals.
7. A method according to one of Claims 1 to 6, which comprises the following method steps for drying the workpieces:

- removal of the cleaning fluid from the treatment container;
- introduction of a gaseous medium under excess pressure via outlet nozzles of the spray unit (8a, 8b) into the treatment container (1);
- drawing off of liquid vapours from the interior of the treatment container (1);
- rotation of the spray unit (8a, 8b) and/or of the workpiece carrier (12) in the treatment container (1).

8. A method according to Claim 7, **characterised in that** a low pressure is produced in the treatment container (1).
9. A method according to Claim 11, **characterised in that** the interior of the treatment container (1) is heated by means of heat radiators (10a, 10b), which are mounted externally on the treatment container (1) or which are disposed in the interior of the treatment container (1) and are directed onto the workpiece carrier (12).

Revendications

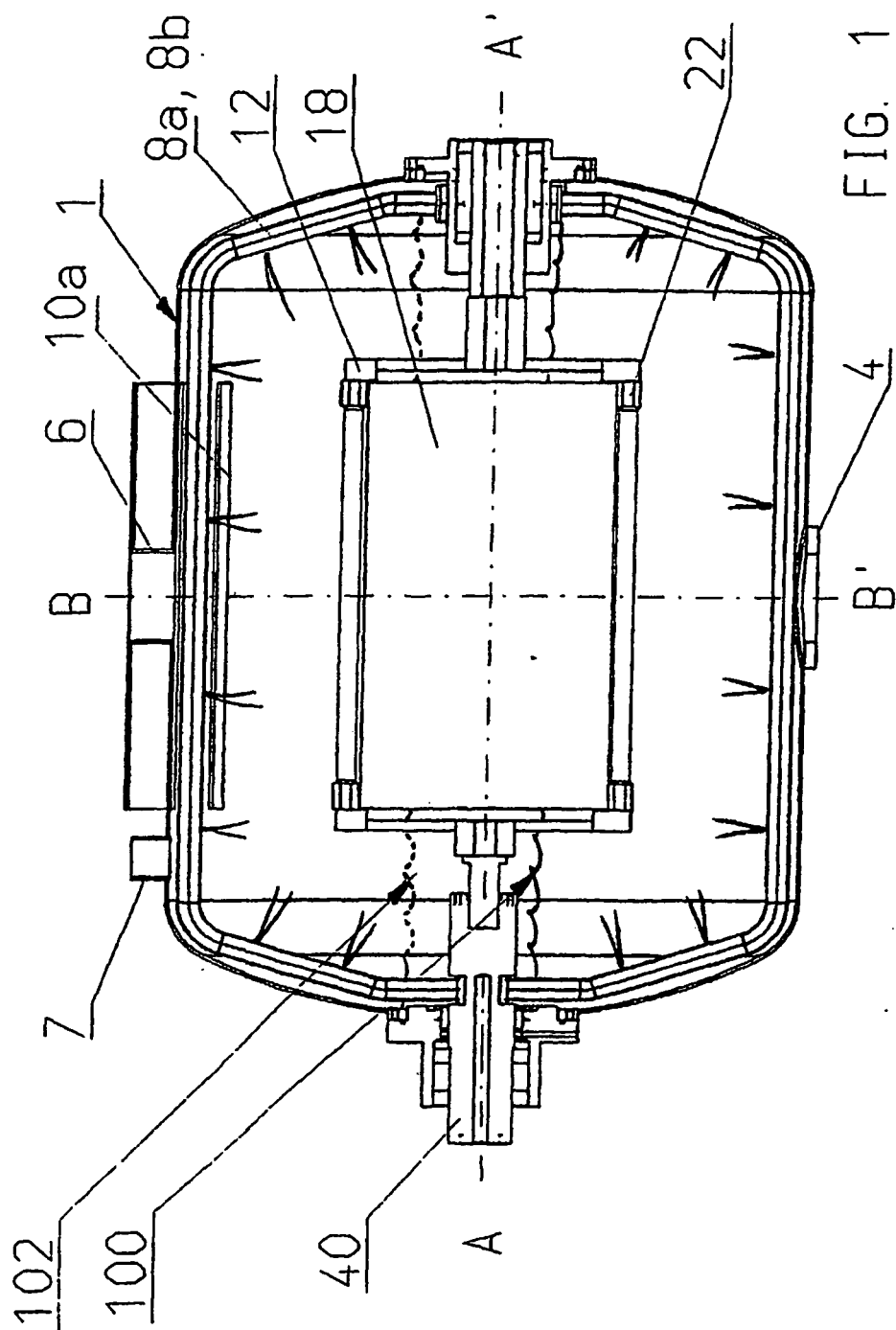
1. Procédé de nettoyage de pièces selon lequel on introduit les pièces dans un récipient de traitement (1) comportant un support de pièces (12) pour recevoir les pièces et dans lequel on introduit un liquide de nettoyage en pression par des buses (8a, 8b) d'une unité de pulvérisation (8a, 8b) dirigée vers la pièce dans le récipient de traitement (1), procédé ayant les étapes suivantes :
 - on réalise un bain de liquide (50) qui entoure au moins en partie les pièces dans le récipient de traitement (1),
 - on crée une dépression dans un volume de gaz (52) se trouvant au-dessus du bain de liquide (50),

caractérisé par les étapes suivantes pendant l'introduction du liquide de nettoyage par les buses (8a, 8b) dans le volume de gaz (52) et simultanément dans le bain de liquide (50) :

 - on déplace le support de pièces (12) dans le récipient de traitement (1) de façon que les pièces passent alternativement dans le bain de liquide (50) et dans le volume de gaz (52) au-dessus du bain de liquide (50).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'** on maintient le niveau de liquide (100, 102) du bain de liquide (50) au moins sensiblement constant.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce qu'
on fait tourner le support de pièces (12) autour d'un
axe A-A' du récipient de traitement pour faire passer
alternativement les pièces dans le bain de liquide (50) et dans le volume de gaz (52). 5
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce qu'
on évacue par aspiration les vapeurs de liquide du
volume de gaz (52). 10
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4,
caractérisé en ce qu'
on fait tourner l'unité de pulvérisation (8a, 8b) de
préférence en sens opposé au support de pièces
dans le récipient de traitement (1). 15
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce qu' 20
on évacue au moins en partie le bain de liquide (50)
à des intervalles de temps réguliers.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, com-
portant les étapes suivantes pour sécher les pièces : 25
 - on enlève le liquide de nettoyage du récipient
de traitement,
 - on introduit un milieu gazeux sous pression par
des buses de l'unité de pulvérisation (8a, 8b) 30
dans le récipient de traitement (1),
 - on aspire des vapeurs de liquide de l'intérieur
du récipient de traitement (1),
 - on fait tourner l'unité de pulvérisation (8a, 8b)
et/ou le support de pièces (12) dans le récipient 35
de traitement (1).
8. Procédé selon la revendication 7,
caractérisé en ce qu'
on crée une dépression dans le récipient de traite- 40
ment (1).
9. Procédé selon la revendication 7,
caractérisé en ce qu'
on chauffe l'intérieur du récipient de traitement (1) à 45
l'aide de radiateurs thermiques (10a, 10b) installés
extérieurement sur le récipient de traitement (1) ou
à l'intérieur du récipient de traitement (1), et dirigés
vers le support de pièces (12). 50

55



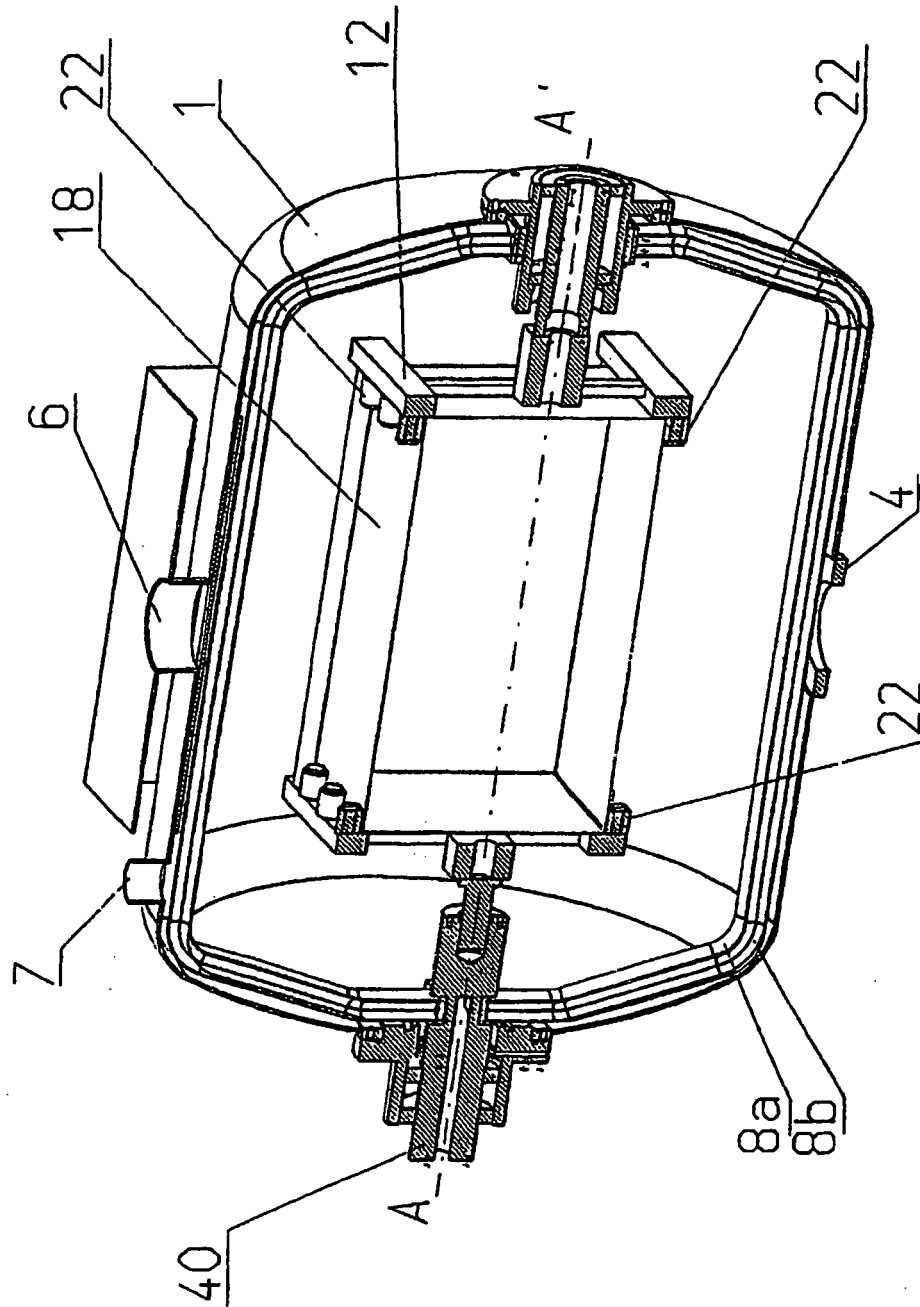
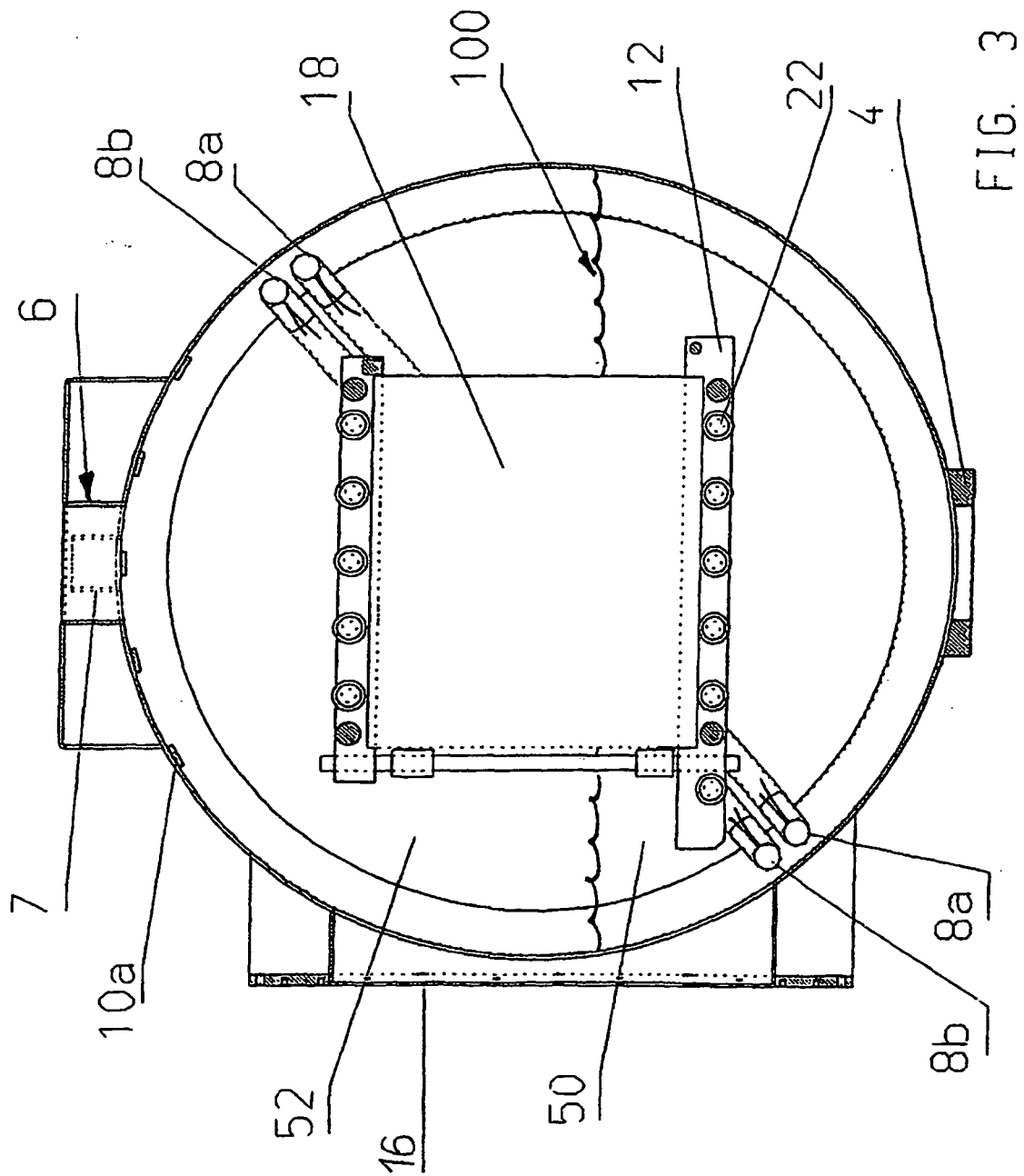
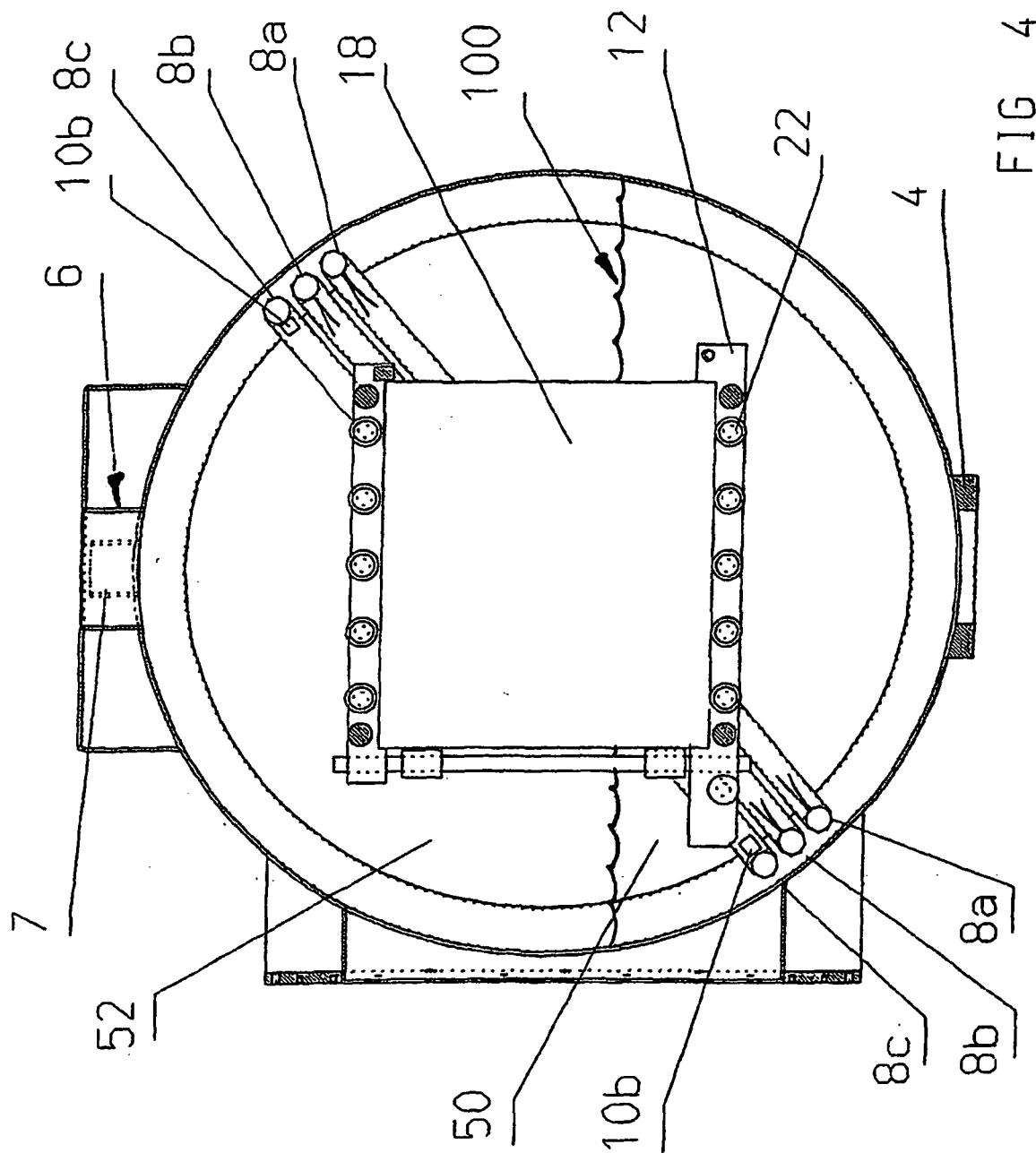
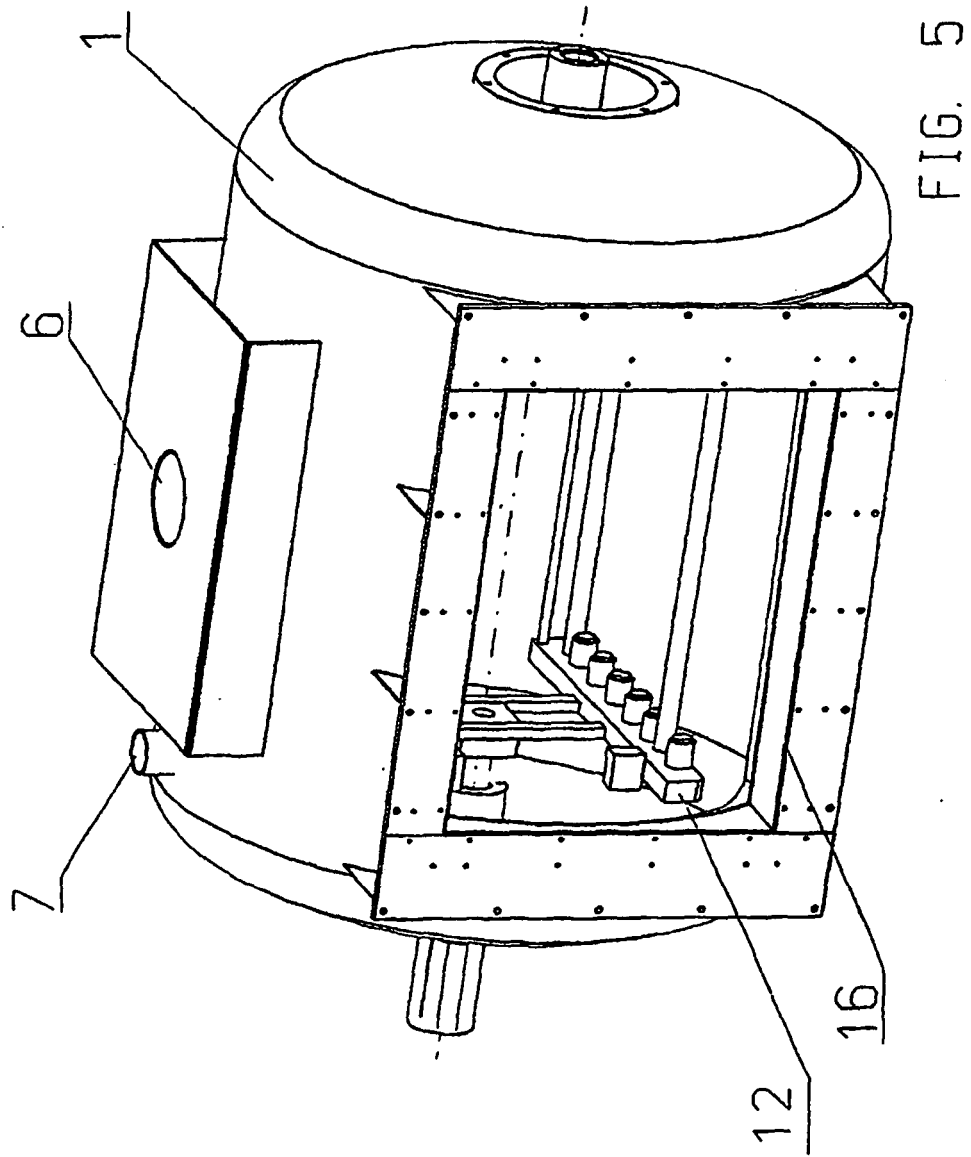


FIG. 2







IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4317862 A1 [0004]
- DE 9217047 U1 [0005]
- DE 3702675 A1 [0006]
- EP 0507294 A1 [0007]
- DE 4446587 A1 [0008]