



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.10.2020 Patentblatt 2020/41

(51) Int Cl.:
B08B 3/02 (2006.01) **B05B 13/02 (2006.01)**
B05B 13/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20168117.8**

(22) Anmeldetag: **04.04.2020**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **SCHAAL, Stefan**
72280 Dornstetten (DE)
• **HAAS, Steffen**
72275 Alpirsbach (DE)

(74) Vertreter: **Westphal, Mussnug & Partner**
Patentanwälte mbB
Werinherstrasse 79
81541 München (DE)

(30) Priorität: **04.04.2019 DE 102019108913**

(71) Anmelder: **MAFAC ERNST SCHWARZ GmbH & Co. KG**
72275 Alpirsbach (DE)

(54) **REINIGUNGSVERFAHREN UND REINIGUNGSVORRICHTUNG**

(57) Beschrieben wird ein Verfahren zum Reinigen wenigstens eines Werkstücks und eine Reinigungsvorrichtung. Das Verfahren umfasst: das Reinigen des wenigstens einen Werkstücks (5), das durch einen Werkstückträger (3) in einem Behälter (1) gehalten wird, mittels wenigstens einer Düse (4), die einen auf das Werkstück gerichteten Reinigungsstrahl (42) abgibt, wobei das Reinigen umfasst: Vorgeben einer Rotationsgeschwindigkeit (ω_{31}) des Werkstückträgers (3) und einer Umlaufgeschwindigkeit (ω_{21}) der wenigstens einen Düse (4) auf einer Umlaufbahn um den Werkstückträger (3); Rotieren des Werkstückträgers (3) mit der vorgegebenen Rotationsgeschwindigkeit (ω_{31}); und Bewegen der wenigstens einen Düse (4) mit der vorgegebenen Umlaufgeschwindigkeit (ω_{21}) um den Werkstückträger (3) und Schwenken der wenigstens einen Düse (4) um eine parallel zu einer Rotationsachse (A-A) des Werkstückträgers (3) verlaufenden Schwenkachse (B-B) derart, dass ein vorgegebener Punkt auf einer Oberfläche (51) des Werkstücks (5) innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer mehrmals durch den Reinigungsstrahl (42) unter jeweils einem anderen Winkel getroffen wird.

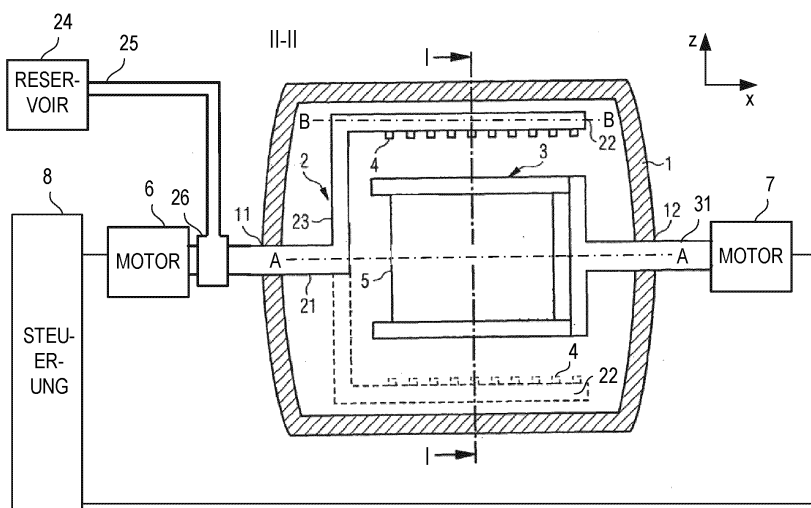


FIG 1A

I-I

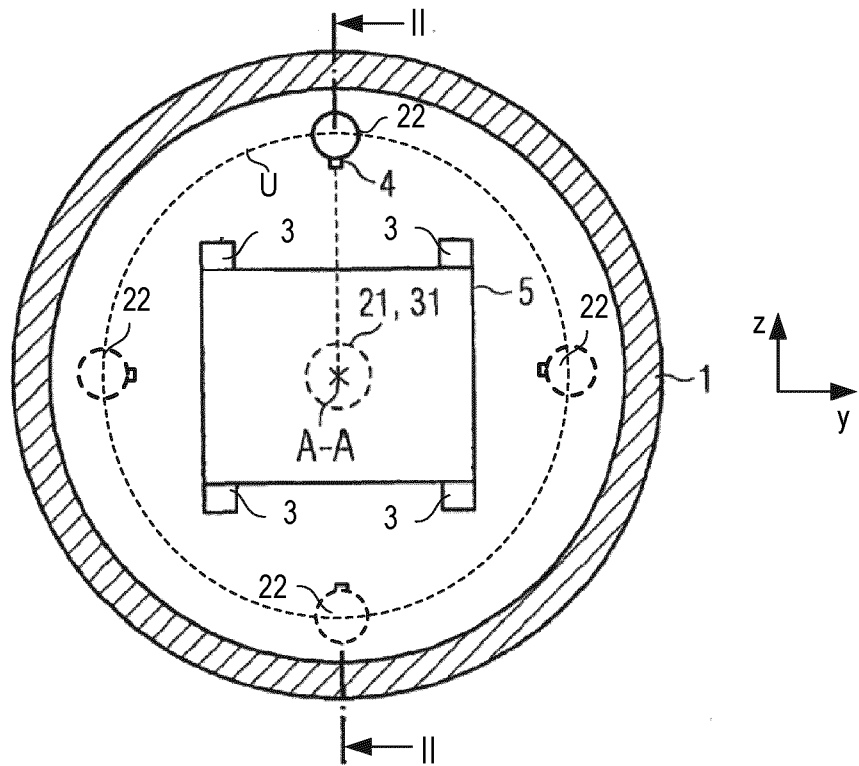


FIG 1B

Beschreibung

[0001] Diese Beschreibung betrifft allgemein ein Reinigungsverfahren und eine Reinigungsvorrichtung. Insbesondere betrifft die Beschreibung ein Reinigungsverfahren mittels einer Reinigungsvorrichtung, die eine Reinigungskammer und ein in der Reinigungskammer angeordnetes Düsenrohr aufweist, das sich auf einer Umlaufbahn um einen Werkstückträger mit wenigstens einem Werkstück bewegen kann, und eine entsprechende Reinigungsvorrichtung.

[0002] Das Düsenrohr umfasst bei dieser Art von Reinigungsvorrichtung wenigstens eine Düse die auf den Werkstückträger gerichtet ist und über die eine Reinigungsflüssigkeit, wie beispielsweise eine tensidhaltige Reinigungsflüssigkeit auf Wasserbasis, unter Druck auf das wenigstens eine durch den Werkstückträger gehaltene Werkstück abgegeben werden kann. Eine solche Reinigungsvorrichtung ist beispielsweise in der EP 0 507 294 B1 oder der DE 102 16 285 B4 beschrieben.

[0003] Wie in der DE 10 2004 046 802 beschrieben ist, kann das Düsenrohr einer solchen Reinigungsvorrichtung so realisiert sein, dass die Düse um eine Längsachse des Düsenrohrs schwenkbar sind. Hierdurch kann ein Auftreffwinkel eines durch die Düse abgegebenen Reinigungsstrahls auf das Werkstück variiert werden, wodurch eine besonders effiziente Reinigung erreicht werden kann.

[0004] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe besteht darin, ein verbessertes Reinigungsverfahren mittels einer Reinigungsvorrichtung zur Verfügung zu stellen, die eine schenkbare Düse aufweist, und eine entsprechende Reinigungsvorrichtung zur Verfügung zu stellen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und durch eine Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 12 gelöst. Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Das Verfahren umfasst das Reinigen wenigstens eines Werkstücks, das durch einen Werkstückträger in einem Behandlungsbehälter gehalten wird, mittels wenigstens einer Düse, die einen auf das Werkstück gerichteten Reinigungsstrahl abgibt. Das Reinigen umfasst das Vorgeben einer Rotationsgeschwindigkeit des Werkstückträgers und einer Umlaufgeschwindigkeit der wenigstens einen Düse auf einer Umlaufbahn um den Werkstückträger, das Rotieren des Werkstückträgers mit der vorgegebenen Rotationsgeschwindigkeit und das Bewegen der wenigstens einen Düse mit der vorgegebenen Umlaufgeschwindigkeit um den Werkstückträger und das Schwenken der wenigstens einen Düse um eine parallel zu einer Rotationsachse des Werkstückträgers verlaufende Schwenkachse derart, dass ein vorgegebener Punkt auf einer Oberfläche des Werkstücks innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer mehrmals durch den Reinigungsstrahl unter jeweils einem anderen Winkel getroffen wird.

[0007] Die Reinigungsvorrichtung umfasst einen Behandlungsbehälter, einen in dem Behandlungsbehälter angeordneten Werkstückträger, der dazu ausgebildet ist, wenigstens ein Werkstück zu halten, wenigstens eine Düse und eine Schwenkvorrichtung. Die Düse, ist dazu ausgebildet, einen auf den Werkstückträger gerichteten Reinigungsstrahl abzugeben und ist so gelagert, dass sie sich auf einer Umlaufbahn um den Werkstückträger bewegen kann und dass sie um eine parallel zu der Rotationsachse des Werkstückträgers verlaufende Schwenkachse schwenken kann. Die Schwenkvorrichtung ist dazu ausgebildet, die wenigstens eine Düse zu schwenken. Die Reinigungsvorrichtung umfasst außerdem eine Steuerung, die dazu ausgebildet ist, eine Umlaufbewegung der wenigstens einen Düse auf der Umlaufbahn und eine Schwenkbewegung der wenigstens einen Düse so zu steuern, dass ein vorgegebener Punkt auf einer Oberfläche des Werkstücks innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer mehrmals durch den Reinigungsstrahl unter jeweils einem anderen Winkel getroffen wird.

[0008] Beispiele sind nachfolgend anhand von Zeichnungen erläutert. Die Zeichnungen dienen zum Veranschaulichen bestimmter Prinzipien, so dass nur Merkmale, die zum Verständnis dieser Prinzipien notwendig sind, dargestellt sind. Die Zeichnungen sind nicht maßstabsgerecht. In den Zeichnungen bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Merkmale.

Figuren 1A und 1B zeigen einen teilweisen Querschnitt einer Behandlungsvorrichtung, die einen Behandlungsbehälter, eine Düsenvorrichtung und einen Werkstückträger aufweist, in zwei verschiedenen Schnittebenen;

Figur 2 veranschaulicht die Position eines durch eine Düse der Düsenvorrichtung abgegebenen Flüssigkeitsstrahls relativ zu einer Oberfläche eines Werkstücks bei verschiedenen Winkelstellungen der Düse;

Figur 3 veranschaulicht die Entstehung eines Intensivreinigungspunkts (Hotspot) an einer Oberfläche des Werkstücks;

Figuren 4A-4D zeigen schematisch ein Beispiel einer Schwenkvorrichtung zum Schwenken eines Düsenrohrs der Düsenvorrichtung; und

Figur 5 veranschaulicht Reinigungsstrahlen im Zusammenhang mit fünf verschiedenen Hotspots.

[0009] In der nachfolgenden Beschreibung wird auf die beigelegten Zeichnungen Bezug genommen, die einen Teil der Beschreibung bilden. Selbstverständlich können die Merkmale der einzelnen Zeichnungen miteinander kombiniert werden, sofern nichts anderes angegeben ist.

[0010] Die Figuren 1A und 1B zeigen jeweils schematisch eine Reinigungsvorrichtung zur Reinigung von einem oder von mehreren Werkstücken, wobei Figur 1A die Vorrichtung in einer parallel zu einer Rotationsachse A-A verlaufenden ersten Schnittebene I-I und Figur 1B die Vorrichtung in einer senkrecht zu der Rotationsachse A-A verlaufenden zweiten Schnittebene II-II zeigt. Bezugnehmend auf die Figuren 1A und 1B umfasst die Vorrichtung einen Behandlungsbehälter 1, eine in dem Behandlungsbehälter 1 angeordnete Düsenvorrichtung 2 mit wenigstens einer Düse 4 und einen in dem Behandlungsbehälter 1 angeordneten Werkstückträger 3 zur Aufnahme wenigstens eines Werkstücks 5. In den Figuren 1A und 1B ist lediglich der Behandlungsbehälter 1 im Querschnitt gezeigt, die übrigen Teile sind in der jeweiligen Seitenansicht gezeigt.

[0011] Der Behandlungsbehälter 1 kann druckfest ausgebildet sein, um die Erzeugung eines Unterdrucks während eines Reinigungsprozesses zu ermöglichen, und kann einen verschließbaren oder regelbaren Ablauf (nicht dargestellt) für ein Reinigungsmedium aufweisen, um die Herstellung eines das wenigstens eine Werkstück 5 umgebenden Reinigungsbades in dem Behandlungsbehälter 1 zu ermöglichen.

[0012] Das Werkstück 5 ist in den Figuren 1A und 1B nur schematisch dargestellt. Dieses Werkstück 5 kann ein einzelnes Werkstück sein, das unmittelbar durch den Werkstückträger 3 gehalten wird. Alternativ können eine Vielzahl von Werkstücken (Schüttgut) in einem Werkstückkorb liegen, der durch den Werkstückträger 3 gehalten wird. Ein solcher Werkstückkorb sichert die Werkstücke vor Herausfallen und ist flüssigkeitsdurchlässig, um ein Reinigen der Werkstücke zu ermöglichen. "Werkstück" bezeichnet nachfolgend somit ein einzelnes Werkstück oder mehrere einzelne Werkstücke, das/die direkt durch den Werkstückträger 3 gehalten wird/werden oder eine Vielzahl von Werkstücken, die durch einen Werkstückkorb aufgenommen sind, der durch den Werkstückträger 3 gehalten wird.

[0013] Die Düsenvorrichtung 2 umfasst wenigstens ein Düsenrohr 22 mit wenigstens einer Düse 4, die einen auf den Werkstückträger 3 bzw. das Werkstück 5 gerichteten Düsenauslass aufweist. Die Düsenvorrichtung 2 ist derart gelagert, dass sich die wenigstens eine Düse 4 auf einer Umlaufbahn um den Werkstückträger 3 bewegen kann. Hierzu weist die Düsenvorrichtung 2 eine erste Welle 21 auf, die derart drehbar gelagert ist, dass sie um eine Rotationsachse A-A rotieren kann. Die Düse 4 ist in einer Richtung senkrecht zu der Rotationsachse A-A beabstandet zu der Rotationsachse A-A bzw. der ersten Welle 21 angeordnet und so gegenüber der ersten Welle 21 gelagert, dass sich die Düse 4 auf einer (kreisförmigen) Umlaufbahn um die Rotationsachse A-A und den Werkstückträger 3 bewegt, wenn die erste Welle 21 um die Rotationsachse A-A rotiert.

[0014] Der Werkstückträger 3 kann stationär sein. Wie in Figur 1 dargestellt ist, kann der Werkstückträger 3 aber auch so realisiert sein, dass er um die Rotationsachse A-A rotieren kann. Der Werkstückträger 3 weist in diesem Fall eine zweite Welle 31 auf, die derart drehbar gelagert ist, dass sie um die Rotationsachse A-A rotieren kann.

[0015] Bei dem in den Figuren 1A und 1B gezeigten Beispiel ist die wenigstens eine Düse 4 an einem Düsenrohr 22 angeordnet. Das Düsenrohr verläuft im Wesentlichen parallel zu der Rotationsachse A-A und ist mittels eines Zuführrohrs 23 mit der ersten Welle 21 verbunden. Die erste Welle 21, das Zuführrohr 21 und das Düsenrohr 22 sind hohl und bilden einen Flüssigkeitskanal, über den Reinigungsflüssigkeit von einem außerhalb des Behandlungsbehälters 1 angeordneten Reservoirs 24 (schematisch dargestellt) zu der wenigstens einen Düse 4 gelangen kann. Das Reservoir 24 ist über eine Leitung 25 und ein Kupplungsstück 26 an die Welle 21 angeschlossen, um der Welle 21 Reinigungsflüssigkeit zuführen zu können. Optional ist in der äußeren Zuführleitung 25 eine Pumpe (nicht dargestellt) angeordnet, die dazu dient, die Reinigungsflüssigkeit mit einem gewünschten Druck zu beaufschlagen. Eine solche Anordnung mit einem Reservoir 24, einer äußeren Zuführleitung 25, einem Kupplungsstück 26 und einer (hohlen) Welle ist allgemein bekannt, so dass sich weitere Ausführungen hierzu erübrigen.

[0016] Bei der Vorrichtung gemäß Figur 1A sind die erste Welle 21 der Düsenvorrichtung 2 und die zweite Welle 31 des Werkstückträgers 3 an gegenüberliegenden Seiten an jeweiligen Öffnungen 11, 12 aus dem Behandlungsbehälter 1 herausgeführt. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, die erste Welle 21 für die Düsenvorrichtung 2 und die zweite Welle 31 für den Werkstückträger 3 gemeinsam an einer Seite des Behandlungsbehälters 1, über einen der Öffnungen 11, 12 heraus zu führen und auf die andere der Öffnungen zu verzichten. In diesem Fall könnte die erste Welle 21 als Hohlwelle ausgebildet sein, in der die zweite Welle 31 drehbar gelagert ist, wobei ein Kanal für die Reinigungsflüssigkeit entlang der zweiten Welle 31 in der ersten Welle 21 gebildet sein kann. Diese Art der Realisierung der ersten und zweiten Welle 21, 31 ist grundsätzlich bekannt und beispielsweise in der bereits eingangs erwähnten EP 0 507 294 B1 beschrieben, so dass sich weitere Ausführungen hierzu erübrigen.

[0017] Wie oben erwähnt umfasst die Düsenvorrichtung wenigstens ein Düsenrohr 22 mit wenigstens einer Düse 4. Wie in Figur 1A dargestellt ist, können mehrere Düsen 4 an dem Düsenrohr 22 vorgesehen sein, die in einer Längsrichtung des Düsenrohrs 22 beabstandet zueinander angeordnet sind. Die "Längsrichtung" des Düsenrohrs 22 ist eine parallel zu der Rotationsachse A-A verlaufende Richtung des Düsenrohrs 22. Die Düsen 4 befinden sich beispielsweise an einer Außenfläche des Düsenrohrs 22 und sind an oder in Bohrungen des Düsenrohrs 22 befestigt. Jede der Düsen 4 weist einen Düsenauslass auf, der dazu ausgebildet ist, Reinigungsflüssigkeit, die der jeweiligen Düse 4 über den durch die

erste Welle 21, das Zuführrohr 23 und das Düsenrohr 22 gebildeten Kanal zugeführt ist, in Richtung des Werkstücks 5 abzugeben. Die Düsen 4 können in beliebiger herkömmlich bekannter Weise realisiert sein. Gemäß einem Beispiel ist vorgesehen, auf separate, an dem Düsenrohr 22 angeordnete Düsen zu verzichten und die Düsen 4 durch Bohrungen in dem Düsenrohr 22 zu bilden.

[0018] Bezug nehmend auf die Figuren 1A und 1B kann die Düsenanordnung mehrere Düsenrohre 22 des zuvor erläuterten Typs umfassen, wobei jedes dieser Düsenrohre 22 wenigstens eine Düse 4 aufweist. Lediglich zur Veranschaulichung sind bei dem in Figur 1B gezeigten Beispiel vier solche Düsenrohre 22 dargestellt, die bezogen auf die Rotationsachse A-A in einem Winkelabstand von 90° relativ zueinander angeordnet sind. Das Vorsehen von vier Düsenrohren 22 ist jedoch lediglich ein Beispiel. Gemäß einem weiteren Beispiel umfasst die Düsenanordnung 2 zwei gegenüberliegende Düsenrohre 22, oder gar nur ein Düsenrohr 22.

[0019] Die erste Welle 21 der Düsenanordnung 2 und, optional, die zweite Welle 31 des Werkstückträgers 3 werden unabhängig voneinander durch einen jeweiligen Motor angetrieben, einen ersten Motor 6, der die erste Welle 21 der Düsenanordnung 2 antreibt, und einen zweiten Motor 7, der die zweite Welle 31 des Werkstückträgers 3 antreibt. Hierdurch können eine Umlaufgeschwindigkeit des Düsenrohrs 22 um den Werkstückträger 3 (und das dadurch gehaltene wenigstens eine Werkstück 5) und eine Rotationsgeschwindigkeit des Werkstückträgers 3 und des Werkstücks 5 unabhängig voneinander eingestellt werden, wobei die Rotationsgeschwindigkeit des Werkstückträgers 3 null oder ungleich null sein kann. Angesteuert werden die beiden Motoren 6, 7 durch eine Steuerung 8, die die Drehzahlen der Motoren 6, 7 vorgibt, wobei die Drehzahl des ersten Motors 6, die Umlaufgeschwindigkeit des Düsenrohrs 22 um den Werkstückträger 3 und das Werkstück 5 bestimmt, und die Drehzahl des zweiten Motors 7 die Rotationsgeschwindigkeit des Werkstückträgers 3 und des Werkstücks 5 bestimmt.

[0020] Das wenigstens eine Düsenrohr 22 mit der wenigstens einen Düse 4 ist derart schwenkbar gelagert, dass das Düsenrohr 22 um eine Längsachse B-B, die im Wesentlichen parallel zu der Rotationsachse A-A verläuft, innerhalb eines vorgegebenen Schwenkbereichs schwenken kann. Dies wird nachfolgend anhand von Figur 2 erläutert.

[0021] Figur 2 zeigt schematisch einen Querschnitt durch das Düsenrohr 22 in einer senkrecht zu der Längsachse B-B verlaufenden Schnittebene zeigt. Dargestellt ist in Figur 2 außerdem ein Querschnitt durch das Werkstück 5, das in diesem Beispiel lediglich zur Veranschaulichung zylinderförmig ist. Der Werkstückträger 3 ist in Figur 2 nicht dargestellt.

[0022] Der Schwenkbereich des Düsenrohrs 22 umfasst gemäß einem Beispiel eine Stellung des Düsenrohrs 22, in der der Auslass der Düse 4 auf die Rotationsachse A-A zeigt. Ein Düsenstrahl 42, der in dieser Stellung des Düsenrohrs 22 durch die Düse 4 abgegeben wird, ist in Figur 2 strichpunktiert dargestellt. Diese Stellung des Düsenrohrs 22 wird nachfolgend auch als Nullstellung 41_0 bezeichnet. Gemäß einem Beispiel ist außerdem vorgesehen, dass das Düsenrohr 22 zu beiden Seiten gegenüber der Nullstellung 41_0 verschwenkt bzw. ausgelenkt werden kann, wobei es in beiden Richtungen einen jeweiligen Endpunkt 41_1 , 41_2 gibt. Reinigungsstrahlen, die durch die Düse 4 abgegeben werden, wenn sich das Düsenrohr 22 in dem ersten und zweiten Endpunkt 41_1 , 41_2 befindet, sind in Figur 2 ebenfalls in strichpunktierten Linien dargestellt.

[0023] Ein Winkelbereich $\Delta\gamma$ zwischen dem ersten Endpunkt 41_1 und dem zweiten Endpunkt 41_2 wird nachfolgend als Schwenkbereich des Düsenrohrs 22 bezeichnet. Dieser Schwenkbereich liegt beispielsweise zwischen 10° und 80° , insbesondere zwischen 30° und 70° . Gemäß einem Ausführungsbeispiel liegen die erste Endstellung 41_1 und die zweite Endstellung 41_2 symmetrisch zu der Nullstellung 41_0 , so dass das Düsenrohr 22 ausgehend von der Nullstellung 41_0 in beiden Richtungen gleich weit schwenken kann, d.h. ein erster Winkelabstand γ_1 zwischen der Nullstellung 41_0 und der ersten Endstellung 41_1 ist gleich einem zweiten Winkelabstand γ_2 zwischen der Nullstellung 41_0 und der zweiten Endstellung 41_2 . Dies ist jedoch lediglich ein Beispiel. Gemäß einem anderen Beispiel liegen die Endstellungen 41_1 , 41_2 asymmetrisch zu der Nullstellung 41_0 , so dass das Düsenrohr 22 ausgehend von der Nullstellung 41_0 in Richtung der ersten Endstellung 41_1 und in Richtung der zweiten Endstellung 41_2 unterschiedlich weit schwenken kann.

[0024] Gemäß einem Beispiel wird das Düsenrohr 22 während des Reinigungsprozesses derart angesteuert, dass das Düsenrohr 22 zyklisch von der ersten Endstellung 41_1 zu der zweiten Endstellung 41_2 und zurück zu der ersten Endstellung 41_1 schwenkt und dabei jeweils die Nullstellung 41_0 überstreicht. Eine solche Bewegung wird nachfolgend als vollständige Schwenkbewegung bezeichnet. Hierdurch ändert sich wiederkehrend ein Auftreffwinkel, unter dem der Reinigungsstrahl 42 auf eine Oberfläche 51 des Werkstücks 5 auftrifft, und auch eine Geschwindigkeit des Reinigungsstrahls relativ zu der Werkstückoberfläche 5. Hierdurch kann eine besonders effiziente Reinigung des Werkstücks 5 erreicht werden. Die Änderung des Auftreffwinkels und der Geschwindigkeit des Reinigungsstrahls gegenüber der Werkstückoberfläche 51 wird nachfolgend noch erläutert. Gemäß einem Beispiel ist außerdem vorgesehen, dass pro Umlauf des Düsenrohrs 22 um den Werkstückträger 3 eine ganzzahlige Anzahl n von vollständigen Schwenkbewegungen durch das Düsenrohr 22 durchgeführt werden. Diese Anzahl n liegt beispielsweise zwischen 1 und 7 insbesondere zwischen 5 und 5.

[0025] Gemäß einem Beispiel ist vorgesehen, eine Umlaufbewegung des Düsenrohrs 22 um den Werkstückträger 3 und eine Schwenkbewegung des Düsenrohrs 22 so aufeinander abzustimmen, dass ein vorgegebener Punkt auf der Oberfläche 51 des Werkstücks 5 innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer mehrmals durch den Reinigungsstrahl 42 unter jeweils einem anderen Winkel getroffen wird. Die vorgegebene Zeitdauer liegt hierbei beispielsweise zwischen 1

Minute (min) und 10 Minuten, insbesondere zwischen 1 Minute und 10 Minuten.

[0026] Bezug nehmend auf Figur 2 sei angenommen, dass sich die Werkstückoberfläche 51 mit einer Geschwindigkeit v_5 in einer ersten Richtung gegenüber dem Düsenrohr 22 bewegt. D.h. ein bestimmter Punkt 5 der Werkstückoberfläche bewegt sich mit der Geschwindigkeit v_5 gegenüber dem Düsenrohr 22. Dies wird beispielsweise dadurch erreicht, (a) dass die zweite Welle 31, die das Werkstück 5 antreibt, in einer ersten Rotationsrichtung rotiert und die erste Welle 21, die die Umlaufgeschwindigkeit des Düsenrohrs 22 um das Werkstück 5 bestimmt, in einer zu der ersten Rotationsrichtung entgegengesetzten zweiten Rotationsrichtung rotiert oder (b) dass zweite Welle 31 in der ersten Rotationsrichtung rotiert und die erste Welle 21 ebenfalls in der ersten Rotationsrichtung rotiert, allerdings mit einer geringeren Rotationsgeschwindigkeit als die zweite Welle 31. Die Geschwindigkeit v_5 , mit der sich die Oberfläche 51 des Werkstücks 5 gegenüber dem Düsenrohr 22 bewegt, wäre null (0), wenn die beiden Wellen 21, 31 still stehen würden oder wenn sie dieselbe Rotationsgeschwindigkeit und dieselbe Rotationsrichtung hätten.

[0027] Wäre der Reinigungsstrahl 42 statisch auf die Oberfläche des Werkstücks 5 gerichtet, also ohne dass eine Schwenkbewegung des Düsenrohrs 22 vorhanden ist, so würde die Geschwindigkeit, mit der der Reinigungsstrahl an der Oberfläche des Werkstücks 5 entlang geführt wird, der Relativgeschwindigkeit v_5 der Werkstückoberfläche 51 gegenüber dem Düsenrohr 22 entsprechen. Bei einer vorhandenen Schwenkbewegung des Düsenrohrs 22 überlagern sich eine aus der Schwenkbewegung resultierende Geschwindigkeit des Düsenstrahls gegenüber der Werkstückoberfläche 51 und die Relativbewegung der Werkstückoberfläche 51 gegenüber dem Düsenrohr 22, so dass die Geschwindigkeit variiert, mit der der Reinigungsstrahl an der Werkstückoberfläche 51 entlang geführt wird. Darüber hinaus variiert ein Auftreffwinkel, unter dem der Reinigungsstrahl 42 auf die Werkstückoberfläche 51 auftrifft.

[0028] Um zu erreichen, dass der Reinigungsstrahl einen bestimmten Punkt der Oberfläche 51 innerhalb einer vorgegebenen Zeit mehrmals, und dabei jeweils unter einem anderen Auftreffwinkel überstreicht, kann vorgesehen sein, die Schwenkbewegung des Düsenrohrs 22 derart fest mit der Umlaufbewegung des Düsenrohrs um den Werkstückträger zu koppeln, dass jeder Position des Düsenrohrs 22 auf der Umlaufbahn eine Winkelstellung γ des Düsenrohrs 22 eindeutig zugeordnet ist und eine Rotationsgeschwindigkeit ω_{31} der Welle 31 des Werkstückträgers 3 und einer die Umlaufgeschwindigkeit des Düsenrohrs 22 um den Werkstückträger 3 bestimmenden Rotationsgeschwindigkeit ω_{21} der Welle 21 der Düsenvorrichtung 2 geeignet festzulegen und während der vorgegebenen Zeitdauer auf dem jeweils vorgegebenen Wert zu halten. Wie oft ein bestimmter Punkt hierbei von dem Reinigungsstrahl 42 überstrichen wird, ist von der vorgegebenen Zeitdauer, die nachfolgend auch als Reinigungszeit T_R bezeichnet wird, der Rotationsgeschwindigkeit ω_{31} des Werkstücks 5 durch den Werkstückträger 3 und der Rotationsgeschwindigkeit ω_{21} der Welle 21 der Düsenvorrichtung, die nachfolgend auch als Umlaufgeschwindigkeit bezeichnet wird, abhängig. Ein Beispiel hierfür wird nachfolgend erläutert.

Beispiel 1

[0029] Hierzu sei angenommen, dass das Werkstück 5 durch den Werkstückträger 3 mit einer Rotationsgeschwindigkeit $\omega_{31}=5$ U/min ($=10\pi/60$ s⁻¹) rotiert, dass die erste Welle 21 gegenläufig zu der zweiten Welle 31 mit einer Rotationsgeschwindigkeit $\omega_{21}= -2$ U/min ($=4\pi/60$ s⁻¹) rotiert, dass pro Umlauf des Düsenrohrs $n=5$ vollständige Schwenkbewegungen vollzogen werden und dass die vorgegebene Zeitdauer (die Reinigungsdauer T_R) 1 Minute beträgt. In diesem Fall rotiert das Werkstück 5 relativ zu dem Düsenrohr 22 mit einer Rotationsgeschwindigkeit von 7 U/min ($=14\pi/60$ s⁻¹), was der Differenz $\omega_{31}-\omega_{21}$ der beiden Rotationsgeschwindigkeiten entspricht. Pro Minute (in der zwei Umläufe des Düsenrohrs erfolgen) werden 10 vollständige Schwenkbewegungen des Düsenrohrs 22 vollzogen. Derselbe Schwenkzustand des Düsenrohrs 22 wiederholt sich bei diesem Beispiel alle 1/10 min, wobei jedes Mal dann, wenn sich derselbe Schwenkzustand wiederholt, ein anderer Punkt der Oberfläche 51 durch den Reinigungsstrahl 42 getroffen wird.

[0030] Jeder "Schwenkzustand" ist bestimmt durch einen Schwenkwinkel des Düsenrohrs 22 und eine Schwenkrichtung. Während jeder vollständigen Schwenkbewegung des Düsenrohrs 22 kommt jeder Schwenkwinkel (mit Ausnahme der beiden Winkel in den Umkehrpunkten der Schwenkbewegung) zweimal vor, einmal, wenn das Düsenrohr 22 in eine Richtung schwenkt, und einmal, wenn das Düsenrohr zurück schwenkt. Da sich die Schwenkrichtungen der beiden Schwenkzustände unterscheiden, in denen die das Düsenrohr 22 denselben Schwenkwinkel hat, wird die Werkstückoberfläche in diesen beiden Schwenkzuständen zwar im Wesentlichen unter dem gleichen Winkel getroffen, die Geschwindigkeiten, mit denen der Reinigungsstrahl 42 die Werkstückoberfläche 51 überstreicht, unterscheiden sich allerdings, wie weiter unten noch ausgeführt ist. Die Tatsache, dass jedes Mal dann, wenn sich ein Schwenkzustand des Düsenrohrs 22 wiederholt, ein anderer Punkt der Oberfläche 51 durch den Reinigungsstrahl 42 getroffen wird, ist gleichbedeutend damit, dass jedes Mal dann, wenn der Reinigungsstrahl 42 einen bestimmten Punkt der Oberfläche 51 trifft, dieser Punkt unter einem anderen Winkel getroffen wird und/oder mit einer anderen Geschwindigkeit durch den Reinigungsstrahl überstrichen wird.

[0031] Zwischen zwei Wiederholungen der Schwenkbewegung dreht sich das Werkstück 5 bei dem obigen Beispiel um $14\pi/10=1,4\pi$ gegenüber dem Düsenrohr 22, so dass zwei Punkte der Werkstückoberfläche, die in zwei aufeinander-

derfolgenden Schwenkbewegungen während des jeweils selben Schwenkzustands des Düsenrohrs 22 durch den Reinigungsstrahl 42 getroffen werden, an Positionen der Oberfläche 51 liegen, die um einen Winkelabstand $1,4\pi$ auseinander liegen. Außerdem wiederholen sich bei diesem Beispiel diese Punkte innerhalb der vorgegebenen Zeitdauer nicht, wie nachfolgend erläutert ist.

[0032] Hierzu sei angenommen, dass die Oberfläche 51 des Werkstücks ein zylindrisches Koordinatensystem bildet, in dem jeder Punkt durch einen bestimmten Winkel bestimmt ist, der zwischen 0 und 2π liegt. Außerdem sei angenommen, dass α die Winkelposition eines Punktes auf der Oberfläche bezeichnet, der während einer ersten Schwenkbewegung des Düsenrohrs in einem bestimmten Schwenkzustand durch den Reinigungsstrahl 42 getroffen wird, wobei sich die Punkte auf der Oberfläche 51, die während der ersten vollständigen Schwenkbewegung des Düsenrohrs 22 während unterschiedlicher Schwenkzustände durch den Reinigungsstrahl 42 getroffen werden, unterscheiden. Allgemein befinden sich damit Punkte auf der Oberfläche 51, während eines bestimmten Schwenkzustandes durch den Reinigungsstrahl 42 getroffen werden, an Winkelpositionen des Werkstücks 5, die gegeben sind durch

$$\alpha + \left(i \cdot \frac{14\pi}{10}\right) \bmod(2\pi) \quad \text{für } 0 \leq i \leq 9 \quad (1),$$

wobei $\bmod(\cdot)$ die Modulo-Operation bezeichnet und α die Winkelposition des Punktes ist, an dem während der Reinigung der bestimmte Schwenkzustand zum ersten Mal auftritt. Damit werden aufeinanderfolgend Oberflächenpunkte, die sich an folgenden Winkelpositionen des Werkstücks 5 befinden, durch den Reinigungsstrahl im selben Schwenkzustand getroffen: α ;

$\alpha + 1,4\pi$; $\alpha + 0,8\pi$; $\alpha + 0,2\pi$; $\alpha + 1,6\pi$; $\alpha + 1\pi$; $\alpha + 0,4\pi$; $\alpha + 1,8\pi$; $\alpha + 1,2\pi$; $\alpha + 0,6\pi$. Bei Fortführung des Reinigungsprozesses würden sich diese Positionen wiederholen, so dass derselbe Punkt wiederholt unter demselben Auftreffwinkel getroffen würde. Bezogen auf die Werkstückoberfläche sind die Positionen, die unter demselben Auftreffwinkel getroffen werden, gleichmäßig beabstandet und sind jeweils einen Winkelabstand von $0,2\pi$ voneinander entfernt. Durch geeignete Wahl der Rotationsgeschwindigkeiten ω_{21} , ω_{31} , der Anzahl n der vollständigen Schwenkbewegungen pro Umlauf des Düsenrohrs 22 und der Reinigungsdauer können selbstverständlich auch kleinere Winkelabstände erreicht werden, um das Werkstück noch gleichmäßiger zu reinigen. Bei einer längeren Reinigungsdauer können die Rotationsgeschwindigkeiten ω_{21} , ω_{31} angepasst werden, so dass sich der Winkelabstand von nebeneinander auf der Oberfläche liegenden Punkten, die unter demselben Auftreffwinkel getroffen werden verringert. Zwei weitere Beispiele sind unten wiedergegeben.

Beispiel 2

$n=4$; $T_R=2$ min; ω_{31} : 2,5 U/min; ω_{21} : -4 U/min

[0033] In diesem Fall erfolgen während der Reinigungszeit 32 vollständige Schwenkbewegungen (4 pro Umlauf bei 8 Umläufen). Die Relativgeschwindigkeit von Werkstück 5 zu Düsenrohr 22 beträgt 6,5 U/min und Positionen des Werkstücks, die in einem bestimmten Schwenkzustand des Düsenrohrs 22 durch den Reinigungsstrahl getroffen werden, liegen an Positionen, die gegeben sind durch

$$\alpha + \left(i \cdot \frac{26\pi}{32}\right) \bmod(2\pi) = \alpha + \left(i \cdot \frac{13\pi}{16}\right) \bmod(2\pi) \quad \text{für } 0 \leq i \leq 31 \quad (2).$$

Beispiel 3

$n=4$; $T_R=3$; ω_{31} : 2,666 U/min; ω_{21} : -5 U/min

[0034] In diesem Fall erfolgen während der Reinigungszeit 60 vollständige Schwenkbewegungen (4 pro Umlauf bei 15 Umläufen). Die Relativgeschwindigkeit von Werkstück 5 zu Düsenrohr 22 beträgt 7,666 U/min und Positionen des Werkstücks, die in einem bestimmten Schwenkzustand des Düsenrohrs 22 durch den Reinigungsstrahl getroffen werden, liegen an Positionen, die gegeben sind durch

$$\alpha + \left(i \cdot \frac{46\pi}{32}\right) \bmod(2\pi) = \alpha + \left(i \cdot \frac{23\pi}{16}\right) \bmod(2\pi) \quad \text{für } 0 \leq i \leq 59 \quad (3).$$

[0035] Allgemein sind Positionen des Werkstücks, die in einem bestimmten Schwenkzustand des Düsenrohrs 22 durch den Reinigungsstrahl getroffen werden, gegeben durch:

$$a + \left(i \cdot \frac{(\omega_{31} - \omega_{21}) \cdot T_R \cdot 2\pi}{n \cdot |\omega_{21}| \cdot T_R} \right) \bmod(2\pi) \quad \text{für } 0 \leq i \leq (n \cdot |\omega_{21}| \cdot T_R) - 1 \quad (4),$$

wobei die einzelnen Parameter, insbesondere die beiden Winkelgeschwindigkeiten so gewählt sind, dass die Werte paarweise unterschiedlich sind, dass also keine zwei gleichen Werte vorhanden sind. In diesem Fall wird eine besonders effiziente Reinigung des Werkstücks 5 erreicht.

[0036] Wie oben ausgeführt hat die Düse 4 aufgrund der der Umlaufgeschwindigkeit ω_{21} (und ggf. der Rotationsbewegung des Werkstücks 5) eine Relativgeschwindigkeit v_5 gegenüber der Oberfläche 51 des Werkstücks 5. Bei einem Beispiel ist außerdem vorgesehen, dass diese Relativgeschwindigkeit v_5 und die im Zusammenhang mit dem Schwenken der wenigstens einen Düse 4 stehende Schwenkgeschwindigkeit so aufeinander abgestimmt sind, dass eine Geschwindigkeit v_{REL} , mit der sich der Reinigungsstrahl 42 wenigstens einmal über einen vorgegebenen Punkt bewegt, geringer als 50%, geringer als 30% oder geringer als 10% der Relativgeschwindigkeit v_5 ist. Dies wird ebenfalls anhand von Figur 2 erläutert.

[0037] Nachfolgend bezeichnet v_4 eine Geschwindigkeit, mit der sich Reinigungsstrahl aufgrund der Schwenkbewegung des Düsenrohrs 22 gegenüber der Werkstückoberfläche 51 bewegt. Die Richtung, in der sich der Reinigungsstrahl relativ zu der Werkstückoberfläche 51 und auch gegenüber der Rotationsachse A-A bewegt, ist hierbei abhängig von der momentanen Schwenkrichtung des Düsenrohrs 22. Lediglich zur Erläuterung sei angenommen, dass sich der Reinigungsstrahl in der ersten Richtung relativ zur Werkstückoberfläche 51 bewegt, wenn das Düsenrohr 22 von dem ersten Endpunkt 41_1 zu dem zweiten Endpunkt 41_2 schwenkt, und dass sich der Düsenstrahl relativ zu der Werkstückoberfläche 51 in einer entgegengesetzten zweiten Richtung bewegt, wenn der Reinigungsstrahl von der zweiten Endstellung 41_2 zurück zu der ersten Endstellung 41_1 schwenkt. Bewegt sich der Reinigungsstrahl relativ zu der Werkstückoberfläche 51 in derselben Richtung, in der sich die Werkstückoberfläche 51 relativ zu dem Düsenrohr 22 bewegt, so ist die Relativgeschwindigkeit v_{REL} des Reinigungsstrahls gegenüber der Werkstückoberfläche 51 zeitweise geringer ist, als es bei einem statischen Reinigungsstrahl bei gleicher Relativgeschwindigkeit v_5 der Werkstückoberfläche gegenüber dem Düsenrohr der Fall wäre. Diese Relativgeschwindigkeit v_{REL} ist gegeben durch die Differenz $v_5 - v_4$ der beiden Geschwindigkeiten v_5 und v_4 .

[0038] Im Idealfall steht der Reinigungsstrahl zeitweise über einem Punkt der Werkstückoberfläche 51 sogar still, wobei sich der Auftreffwinkel des Reinigungsstrahls über der Zeit ändert. Ein solcher "Stillstand" des Reinigungsstrahls über einem Punkt der Werkstückoberfläche 51 sorgt wegen der längeren Beaufschlagung dieses Punkts mit dem Reinigungsstrahl 42 und wegen des sich hierbei ändernden Auftreffwinkels für eine besonders intensive Reinigung des jeweiligen Punkts der Oberfläche. Ein solcher Punkt wird nachfolgend als Intensivreinigungspunkt oder Hotspot bezeichnet. Das Entstehen eines solchen Intensivreinigungspunktes während eines Reinigungsprozesses wird nachfolgend anhand der Figuren 3A bis 3C erläutert.

[0039] Die Figuren 3A-3C veranschaulichen schematisch die Lage eines bestimmten Punktes P5 der Werkstückoberfläche 51 zu unterschiedlichen Zeitpunkten t_1 , t_2 , t_3 während des Reinigungsprozesses. Es sei jeweils angenommen, dass sich die Werkstückoberfläche 51, und damit auch der Punkt P5 der Werkstückoberfläche 51, mit der Geschwindigkeit v_5 relativ zu dem Düsenrohr 22 bewegt. Dieser Punkt P5 befindet sich zu dem in Figur 3A dargestellten ersten Zeitpunkt an einer ersten Position. Außerdem sei angenommen, dass ein durch die Düse 4 abgegebener Reinigungsstrahl 41 zum ersten Zeitpunkt t_1 auf den Punkt P5 der Oberfläche 51 trifft und das Düsenrohr 22 von der ersten Endstellung 41_1 (in den Figuren 3A-3C nicht explizit bezeichnet) zu der zweiten Endstellung 41_2 (in den Figuren 3A-3C ebenfalls nicht explizit bezeichnet) schwenkt, so dass sich der Reinigungsstrahl 41 in der ersten Richtung mit der Geschwindigkeit v_4 relativ zu der Werkstückoberfläche 51 bewegt. Figur 3B zeigt die Anordnung zu einem zweiten Zeitpunkt t_2 , zu dem sich die Position P5 aufgrund der Relativbewegung der Werkstückoberfläche 51 gegenüber dem Düsenrohr 22 in der ersten Richtung weiterbewegt hat, wobei sich auch der Reinigungsstrahl 41 aufgrund der Schwenkbewegung an der Werkstückoberfläche 51 weiterbewegt hat, und zwar bei dem in Figur 3B dargestellten Beispiel genauso weit wie der Punkt P5, so dass der Reinigungsstrahl 41 quasi stationär auf dem Punkt p5 steht. Figur 3C zeigt die Anordnung zu einem dritten Zeitpunkt t_3 , zu dem sich der Punkt P5, und in gleicher Weise der Reinigungsstrahl 41, in der ersten Richtung weiter bewegt haben, so dass der Reinigungsstrahl 41 weiterhin quasi stationär auf dem Punkt P5 steht. Der Punkt P5 der Werkstückoberfläche 51 bildet bei diesem Beispiel einen Hotspot, wie er zuvor erläutert wurde. Bei Vorsehen mehrerer Düsen 4 entlang der Längsrichtung des Düsenrohrs 22 kann das Werkstück 5 gleichzeitig an mehreren nebeneinander liegenden Punkten intensiv gereinigt werden.

[0040] Das Zustandekommen eines solchen Intensivreinigungspunktes während des Reinigungsprozesses ist von verschiedenen Parametern abhängig, die nachfolgend anhand von Figur 2 erläutert werden. Für diese Erläuterung sei wieder angenommen, dass ω_{31} die Rotationsgeschwindigkeit der das Werkstück 5 in Rotation versetzenden zweiten

Welle 31 ist, dass ω_{21} die Rotationsgeschwindigkeit der die Umlaufbahn des Düsenrohrs 22 bewirkenden ersten Welle 21 ist und dass d_1 der Abstand der Werkstückoberfläche 51 zu der Rotationsachse A-A ist. Die Relativgeschwindigkeit v_5 des Punktes P5 Werkstückoberfläche 51 gegenüber dem Düsenrohr 22 ist dann gegeben durch:

$$v_5 = (\omega_{31} - \omega_{21}) \cdot d_1 \quad (4)$$

[0041] Die Relativgeschwindigkeit v_4 des Düsenstrahls 41 bezogen auf die Werkstückoberfläche 51 aufgrund der Schwenkbewegung des Düsenrohrs 22 ist gegeben durch:

$$v_4 = \omega_{22} \cdot d_2(\gamma) \quad (5)$$

[0042] wobei $\omega_{22} = d\gamma/dt$ eine Schwenkgeschwindigkeit des Düsenrohrs 22 und $d_2(\gamma)$ einen Abstand der Werkstückoberfläche 51 zu der Rotationsachse B-B des Düsenrohrs 22 bezeichnet, wobei dieser Abstand abhängig von dem jeweiligen Schwenkwinkel γ ist.

[0043] Wie oben erwähnt, tritt ein Hotspot während eines Zeitraums auf, indem sich der Reinigungsstrahl in der ersten Richtung mit der Geschwindigkeit v_4 bewegt, die der Relativgeschwindigkeit der Werkstückoberfläche v_5 gegenüber dem Düsenrohr 22 beträgt, wenn also wenigstens annähernd $v_4 = v_5$ gilt, d.h. wenn also folgende Beziehung für die Rotations- bzw. Schwenkgeschwindigkeiten ω_{21} , ω_{22} , ω_{31} gilt:

$$v_5 = v_4 \rightarrow \frac{\omega_{31} - \omega_{21}}{\omega_{22}} = \frac{d_2}{d_1} \quad (6)$$

[0044] Die obige Herleitung basiert auf der idealisierten Annahme, dass das Werkstück 5 zylindrisch ist, dass ein Abstand von der Werkstückoberfläche 51 zu der Rotationsachse A-A also überall gleich ist. Dies ist üblicherweise nicht der Fall. Dennoch können basierend auf dieser Herleitung die Rotationsgeschwindigkeiten ω_{31} , ω_{21} so eingestellt werden, dass ein effizientes Reinigungsverfahren erreicht wird. So kann für die Ermittlung des Abstandes d_1 von der Werkstückoberfläche 51 zu der Rotationsachse A-A bzw. des Abstandes d_2 von der Schwenkachse B-B zu der Werkstückoberfläche 51 eine gemittelte Werkstückoberfläche 51 angenommen werden, die einen mittleren Abstand aller Punkte der zu reinigenden Werkstückoberfläche zu der Rotationsachse A-A repräsentiert.

[0045] Wie oben erläutert kann die Düsenanordnung 2 so realisiert sein, dass die Schwenkbewegung des Düsenrohrs 22 derart fest mit der Umlaufbewegung des Düsenrohrs 22 um das Werkstück 5 gekoppelt ist, dass jeder Position des Düsenrohrs 22 auf der Umlaufbahn, d.h. jeder Winkelstellung der ersten Welle 21 gegenüber einem Ausgangspunkt, eine bestimmte Winkelstellung des Düsenrohrs 22 zugeordnet ist. Gemäß einem Beispiel ist hierbei vorgesehen, dass mit jedem Umlauf des Düsenrohrs 22 um das Werkstück 5, also mit jeder vollständigen Drehung der ersten Welle 21, eine ganze Zahl n von vollständigen Schwenkbewegungen des Düsenrohrs 22 durchgeführt werden. Pro Umlauf des Düsenrohrs 22 können in diesem Fall n Hotspots erzeugt werden, da sich der Düsenstrahl n -mal aufgrund der Schwenkbewegung des Düsenrohrs 22 in derselben Richtung bewegt wie die Werkstückoberfläche 51 relativ zu dem Düsenrohr 22. Darüber hinaus ist die Schwenkgeschwindigkeit des Düsenrohrs 22 in diesem Fall unmittelbar abhängig von der Rotationsgeschwindigkeit ω_{21} der ersten Welle 21. Die Dauer T_s einer vollständigen Schwenkbewegung des Düsenrohrs 22 ist dann gegeben durch:

$$T_s = \frac{2\pi}{\omega_{21}} \cdot \frac{1}{n} \quad (7),$$

[0046] wobei durch $2\pi/\omega_{21}$ die Dauer eines Umlaufs des Düsenrohrs 22 um das Werkstück 5 gegeben ist. Eine Dauer T_{HS} , während der sich der Reinigungsstrahl während einer Schwenkdauer T_s in derselben Richtung wie die Werkstückoberfläche 5 relativ zu dem Düsenrohr 22 bewegt, ist die Hälfte der Schwenkdauer T_s , also

$$T_{HS} = \frac{\pi}{\omega_{21}} \cdot \frac{1}{n} \quad (8).$$

[0047] T_{HS} bestimmt die Dauer, während der sich die Werkstückoberfläche 51 und der Reinigungsstrahl in derselben Richtung bewegen, und damit die maximale Dauer während der (theoretisch) ein Hotspot auftreten kann. Wenn die

Schwenkgeschwindigkeit ω_{22} beispielsweise konstant ist, ist die Schwenkgeschwindigkeit ω_{22} gegeben durch:

$$\omega_{22} = \frac{\Delta\gamma}{T_{HS}} = \frac{\Delta\gamma}{\pi} \cdot \omega_{21} \cdot n \quad (9).$$

[0048] Die Schwenkgeschwindigkeit ist also von der Umlaufgeschwindigkeit ω_{21} des Düsenrohrs und der Anzahl n der zu erzeugenden Hotspots abhängig und nimmt mit zunehmender Umlaufgeschwindigkeit ω_{21} und mit der Anzahl n der Hotspots zu.

[0049] Wie anhand von Figur 2 ersichtlich ist, ändert sich der Abstand $d_2(\gamma)$ der Düse zu der Werkstückoberfläche 51 abhängig von der Winkelstellung γ des Düsenrohrs 22, so dass gemäß Gleichung (5) die Relativgeschwindigkeit v_4 des Düsenstrahls gegenüber der Werkstückoberfläche 51 nicht nur von der Schwenkgeschwindigkeit ω_{22} , sondern auch von dem variierenden Abstand $d_2(\gamma)$ abhängig ist, wobei bei konstanter Schwenkgeschwindigkeit ω_{22} die Relativgeschwindigkeit v_4 mit zunehmendem Abstand, und damit mit zunehmender Auslenkung der Düse 4 gegenüber der Nullstellung 41o zunimmt.

[0050] Gemäß einem Beispiel ist vorgesehen, dass die Schwenkgeschwindigkeit ω_{22} annähernd konstant ist. In einem Winkelbereich von beispielsweise $\pm 15^\circ$ um die Nullstellung 41o ist der Abstand $d_2(\gamma)$, und damit die Relativgeschwindigkeit v_4 dann annäherungsweise konstant, so dass die Rotationsgeschwindigkeiten ω_{21} , ω_{31} der beiden Wellen unter Berücksichtigung der Gleichungen (6) und (9) ermittelt werden können, wobei d_2 in diesem Fall der Abstand zwischen der Werkstückoberfläche 51 und der Schwenkachse B-B in der Nullstellung 41o ist.

[0051] Um den Winkelbereich, in dem ein Hotspot auftritt, um die Nullstellung herum zu vergrößern, ist bei einem Beispiel vorgesehen, die Schwenkgeschwindigkeit derart zu variieren, dass sie mit zunehmender Auslenkung der Düse gegenüber der Nullstellung 41o abnimmt, um den mit zunehmender Auslenkung größer werdenden Abstand zu kompensieren. So könnte die Schwenkbewegung beispielsweise so erfolgen, dass das Düsenrohr in einem ersten Schwenkbereich $\gamma_0 + \Delta\gamma_1 \leq \gamma \leq \gamma_0 - \Delta\gamma_1$, der um einen Winkel γ_0 der Nullstellung herum liegt mit einer ersten Schwenkgeschwindigkeit schwenkt und in einem zweiten und dritten Schwenkbereich $\gamma > \gamma_0 + \Delta\gamma_1$ und $\gamma < \gamma_0 - \Delta\gamma_1$ die außerhalb des ersten Schwenkbereichs liegen, mit einer gegenüber der ersten Schwenkgeschwindigkeit geringeren zweiten Schwenkgeschwindigkeit schwenkt.

[0052] Eine an die Umlaufbewegung des Düsenrohrs 22 gekoppelte Schwenkbewegung des Düsenrohrs 22 kann auf verschiedenste Weise erreicht werden. Ein Beispiel hierfür ist in den Figuren 4A-4D dargestellt. Die Figuren 4A-4C zeigen jeweils einen Abschnitt des schwenkbaren Düsenrohrs 22, des Zuführrohrs 23 und einer an das Düsenrohr 22 gekoppelten Schwenkvorrichtung 27 und die Figur 4D zeigt eine Draufsicht auf eine Kurvenbahn 271 der Schwenkvorrichtung 27.

[0053] Bezug nehmend auf die Figuren 4A-4C umfasst die Schwenkvorrichtung 27, eine Hebelanordnung 272, die mechanisch mit dem Düsenrohr 22 einerseits und der Kurvenbahn andererseits gekoppelt ist. Die Kopplung der Hebelanordnung 272 an die Kurvenbahn erfolgt in den Beispiel anhand von Rollen, könnte allerdings auch anhand eines oder mehrerer Zahnräder oder auf andere geeignete Weise erfolgen. Die eindeutige Zuordnung einer Position auf der Umlaufbahn zu einer Schwenkstellung des Düsenrohrs erfolgt bei dieser Schwenkvorrichtung anhand eines auf die Rotationsachse A-A bezogenen radialen Abstands der Kurvenbahn 271 zu der Umlaufbahn des Düsenrohrs 22. Die Umlaufbahn des Düsenrohrs ist im Wesentlichen kreisförmig und hat einen Radius, der im Wesentlichen durch die Länge des Zuführrohrs 23 und den Radius der ersten Welle 21 bestimmt ist. Die Kurvenscheibe 271 ist nicht-kreisförmig, so dass ein radialer Abstand zwischen der Kurvenscheibe 271 und dem Düsenrohr 22, bzw. dessen Umlaufbahn, während eines Umlaufs des Düsenrohrs 22 um das Werkstück 3 variiert. Die Hebelanordnung 272 setzt diesen variierenden Abstand derart in eine Schwenkbewegung des Düsenrohrs 22 um, dass das Düsenrohr 22 in eine Richtung schwenkt, wenn sich das Düsenrohr 22 in einem Abschnitt seiner Umlaufbahn befindet, in dem sich der Abstand zu der Kurvenbahn 271 vergrößert, und in eine entgegengesetzte Richtung schwenkt, wenn sich das Düsenrohr 22 in einem Abschnitt seiner Umlaufbahn befindet, in dem sich der Abstand zu der Kurvenbahn 271 verringert.

[0054] Bei der in Figur 4D dargestellten Kurvenbahn gibt es jeweils vier solcher Kurvenbahnabschnitte 271₁, 271₃, 271₅, 271₇, in denen sich der Abstand der Kurvenbahn 271 zu dem Düsenrohr zunehmend verringert, wenn sich das Düsenrohr 22 in der durch den Pfeil angedeuteten Umlaufbahn bewegt. Diese Kurvenbahnabschnitte 271₁, 271₃, 271₅, 271₇ werden nachfolgend als erste Kurvenbahnabschnitte bezeichnet. Außerdem gibt es vier zweite Kurvenbahnabschnitte 271₂, 271₄, 271₆, 271₈, in denen sich der Abstand der Kurvenbahn 271 zu dem Düsenrohr zunehmend vergrößert, wenn sich das Düsenrohr 22 in der durch den Pfeil angedeuteten Umlaufbahn bewegt. Zwischen aneinander angrenzenden ersten und zweiten Kurvenbahnabschnitten gibt es jeweils einen Wendepunkt, an dem die Kurvenbahn lokal einen minimalen oder einen maximalen Abstand hat, wobei das Düsenrohr 22 seine Schwenkrichtung ändert, wenn das Düsenrohr 22 einen jeweiligen Wendepunkt passiert. Damit werden anhand der in Figur 4D dargestellten Kurvenbahn pro Umlauf vier vollständige Schwenkbewegungen durchgeführt. Die Anzahl der Schwenkbewegungen kann selbstverständlich durch geeignete Auswahl der Anzahl der ersten und zweiten Kurvenbahnabschnitte nahezu beliebig eingestellt

werden.

[0055] Gemäß einem Beispiel ist vorgesehen, die ersten und zweiten Kurvenbahnabschnitte jeweils symmetrisch zu den Wendepunkten zu realisieren und die Kurvenscheibe so anzuordnen, dass sich entsprechende Wendepunkte gleich weit von der Umlaufbahn entfernt sind. In diesem Fall erfolgen bei einer gegebenen Umlaufgeschwindigkeit die einzelnen Schwenkbewegungen stets in gleicher Weise, d.h. innerhalb dessen Winkelbereichs und mit dem gleichen Verlauf der Schwenkgeschwindigkeit innerhalb eines Schwenkvorgangs, wobei diese Schwenkgeschwindigkeit innerhalb eines Schwenkvorgangs variieren kann.

[0056] Die in den Figuren 4A-4C dargestellte Schwenkvorrichtung ist nur eines von vielen möglichen Beispielen, durch welches eine Kopplung der Schwenkbewegung des Düsenrohrs 22 an die Umlaufbewegung des Düsenrohrs 22 erreicht werden kann. Gemäß einem weiteren Beispiel ist vorgesehen, eine Winkelstellung der ersten Welle 21 mittels eines Drehgebers zu erfassen und das Düsenrohr 22 durch eine motorisch oder hydraulisch angetriebene Stelleinheit abhängig von der erfassten Winkelstellung zu schwenken. Eine solche Stelleinheit könnte abhängig von einer Winkelstellung der ersten Welle 21 über eine Hebelanordnung des in den Figuren 4A-4C dargestellten Typs eine Schwenkbewegung des Düsenrohrs bewirken.

[0057] Figur 5 veranschaulicht Reinigungsstrahlen, die während einer Umlaufbahn des Düsenrohrs 22 um den Werkstückträger 3 bzw. das Werkstück 5 abgegeben werden, wobei das Düsenrohr in diesem Beispiel fünfmal während eines Umlaufs vollständig schwenkt. Dementsprechend gibt es fünf Hotspotbereiche HS1-HS5, also fünf Bereiche einer Umlaufbahn des Düsenrohrs 22, in denen ein Hotspot auftreten kann, wenn die Rotationsgeschwindigkeiten ω_{21} , ω_{31} der ersten und zweiten Welle 21, 31, beispielsweise gemäß der Gleichungen (3) und (6) geeignet aneinander angepasst werden.

[0058] Gemäß einem Beispiel ist vorgesehen, basierend auf der gewünschten Reinigungsdauer, den zulässigen Bereichen für die Rotationsgeschwindigkeiten ω_{21} , ω_{31} und der pro Umlauf des Düsenrohrs erfolgenden Anzahl n von Schwenkbewegungen Sollwerte für Rotationsgeschwindigkeiten ω_{21} , ω_{31} auszuwählen und die Rotationsgeschwindigkeiten für die Dauer des Rotationsprozesses, konstant auf dem jeweiligen Sollwert zu halten. Hierzu kann eine Regelung der beiden Motoren 6, 7 vorgesehen werden, indem beispielsweise die Rotationsgeschwindigkeiten der beiden Wellen 21, 31 mittels Drehgebern erfasst werden, diese Rotationsgeschwindigkeiten mit den Sollwerten verglichen werden und die Motoren 6, 7 abhängig von den Vergleichsergebnissen angesteuert werden. Ohne Regelung der Motoren 6, 7 könnte sich beispielsweise aufgrund der Schwerkraft die Umlaufgeschwindigkeit des Düsenrohrs immer dann vorübergehend beschleunigen, wenn sich das Düsenrohr 22 von einem höchsten Punkt auf der Umlaufbahn (oben bei dem Beispiel gemäß Figur 1B) zu einem niedrigsten Punkt auf der Umlaufbahn bewegt (unten bei dem Beispiel gemäß Figur 1B) bewegt, und immer dann vorübergehend verlangsamen, wenn sich das Düsenrohr 22 von dem niedrigsten Punkt auf der Umlaufbahn (oben bei dem Beispiel gemäß Figur 1B) zu dem höchsten Punkt auf der Umlaufbahn bewegt.

[0059] Wenngleich die Erfindung nicht darauf beschränkt ist, sind einige Aspekte der Erfindung nachfolgend anhand nummerierter Beispiele verdeutlicht.

Beispiel 1. Verfahren, das aufweist: Reinigen wenigstens eines Werkstücks, das durch einen Werkstückträger in einem Behandlungsbehälter gehalten wird, mittels wenigstens einer Düse, die einen auf das Werkstück gerichteten Reinigungsstrahl abgibt, wobei das Reinigen aufweist: Vorgeben einer Rotationsgeschwindigkeit des Werkstückträgers und einer Umlaufgeschwindigkeit der wenigstens einen Düse auf einer Umlaufbahn um den Werkstückträger; Rotieren des Werkstückträgers mit der vorgegebenen Rotationsgeschwindigkeit; und Bewegen der wenigstens einen Düse mit der vorgegebenen Umlaufgeschwindigkeit um den Werkstückträger und Schwenken der wenigstens einen Düse um eine parallel zu einer Rotationsachse des Werkstückträgers verlaufenden Schwenkachse derart, dass ein vorgegebener Punkt auf einer Oberfläche des Werkstücks innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer mehrmals durch den Reinigungsstrahl unter jeweils einem anderen Winkel getroffen wird.

Beispiel 2. Verfahren nach Beispiel 1, bei dem jeder Position der wenigstens einen Düse auf der Umlaufbahn eindeutig eine Winkelstellung der wenigstens einen Düse während der Schwenkbewegung zugeordnet ist.

Beispiel 3. Verfahren nach einem der vorangehenden Beispiele, bei dem die Düse aufgrund der Umlaufgeschwindigkeit eine Relativgeschwindigkeit gegenüber dem vorgegebenen Punkt auf der Oberfläche des Werkstücks aufweist und bei dem die Relativgeschwindigkeit und eine im Zusammenhang mit dem Schwenken der wenigstens einen Düse stehende Schwenkgeschwindigkeit so aufeinander abgestimmt sind, dass eine Geschwindigkeit, mit der sich der Reinigungsstrahl wenigstens einmal über den vorgegebenen Punkt bewegt, geringer als 50%, geringer als 30% oder geringer als 10% der Relativgeschwindigkeit ist.

Beispiel 4. Verfahren nach einem der vorangehenden Beispiele, bei dem eine im Zusammenhang mit dem Schwenken der wenigstens einen Düse stehende Schwenkgeschwindigkeit der Düse derart variiert, dass sich die Schwenkgeschwindigkeit mit zunehmender Auslenkung gegenüber einer Nullstellung, in der der Reinigungsstrahl auf die

Rotationsachse gerichtet ist, verlangsamt.

Beispiel 5. Verfahren nach einem der vorangehenden Beispiele, bei dem die wenigstens eine Düse an einem Düsenrohr angeordnet ist, wobei das Schwenken der wenigstens einen Düse ein Schwenken des Düsenrohrs um die Schwenkachse aufweist.

Beispiel 6. Verfahren nach einem der vorangehenden Beispiele, bei dem das Schwenken der wenigstens einen Düse pro Umlauf der wenigstens einen Düse um den Werkstückträger ein n-maliges Schwenken der Düse von einem ersten Endpunkt zu einem zweiten Endpunkt und zurück zu dem ersten Endpunkt aufweist, wobei $n > 1$.

Beispiel 7. Verfahren nach einem der vorangehenden Beispiele, bei dem das Schwenken der wenigstens einen Düse das Schwenken innerhalb eines Winkelbereichs aufweist, der zwischen 30° und 70° beträgt.

Beispiel 8. Verfahren nach einem der Beispiele 1 bis 7, bei dem die Rotationsgeschwindigkeit null ist.

Beispiel 9. Verfahren nach einem der Beispiele 1 bis 7, bei dem die Rotationsgeschwindigkeit ungleich null ist.

Beispiel 10. Verfahren nach Beispiel 9, bei dem die Rotationsgeschwindigkeit ausgewählt ist aus einem Bereich zwischen 1 U/min und 20 U/min, insbesondere zwischen 1 U/min und 5 U/min.

Beispiel 11. Verfahren nach einem der vorangehenden Beispiele, bei dem die Umlaufgeschwindigkeit ausgewählt ist aus einem Bereich zwischen 1 U/min und 20 U/min insbesondere zwischen 1 U/min und 5 U/min.

Beispiel 12. Verfahren nach einem der Beispiele 9 bis 11, bei dem die wenigstens eine Düse entgegengesetzt zu der Rotation des Werkstückträgers auf der Umlaufbahn umläuft.

Beispiel 13. Verfahren nach einem der vorangehenden Beispiele, bei dem die Rotationsgeschwindigkeit und die Umlaufgeschwindigkeit innerhalb der vorgegebenen Zeitdauer jeweils im Wesentlichen konstant sind.

Beispiel 14. Verfahren nach einem der vorangehenden Beispiele, bei dem die vorgegebene Zeitdauer zwischen 1 min und 30 min, insbesondere zwischen 1 min und 10 min beträgt.

Beispiel 15. Reinigungsvorrichtung, die aufweist: einen Behandlungsbehälter; einen in dem Behandlungsbehälter angeordneten, Werkstückträger, der dazu ausgebildet ist, wenigstens ein Werkstück zu halten; wenigstens eine Düse, die dazu ausgebildet ist, einen auf den Werkstückträger gerichteten Reinigungsstrahl abzugeben und die so gelagert ist, dass sie sich auf einer Umlaufbahn um den Werkstückträger bewegen kann und dass sie um eine parallel zu der Rotationsachse des Werkstückträgers verlaufende Schwenkachse schwenken kann; eine Schwenkvorrichtung, die dazu ausgebildet ist, die wenigstens eine Düse zu schwenken; und eine Steuerung, die dazu ausgebildet ist, eine Umlaufbewegung der wenigstens einen Düse auf der Umlaufbahn und eine Schwenkbewegung der wenigstens einen Düse so zu steuern, dass ein vorgegebener Punkt auf einer Oberfläche des Werkstücks innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer mehrmals durch den Reinigungsstrahl unter jeweils einem anderen Winkel getroffen wird.

Beispiel 16. Reinigungsvorrichtung nach Beispiel 15, bei der der Werkstückträger drehbar gelagert ist.

Beispiel 17. Reinigungsvorrichtung nach Beispiel 15 oder 16, bei der die Schwenkvorrichtung derart ausgebildet ist, dass jeder Position der wenigstens einen Düse auf der Umlaufbahn eindeutig eine Winkelstellung der wenigstens einen Düse während der Schwenkbewegung zugeordnet ist.

Beispiel 18. Reinigungsvorrichtung nach einem der Beispiele 15 bis 17, bei der die wenigstens eine Düse an einem Düsenrohr angeordnet ist.

Beispiel 19. Reinigungsvorrichtung nach Beispiel 18, bei der die Schwenkvorrichtung aufweist: eine nicht-kreisförmige Kurvenbahn; eine Hebelanordnung, die zwischen der Kurvenbahn und dem Düsenrohr gekoppelt ist und die dazu ausgebildet ist, einen Schwenkwinkel des Düsenrohrs abhängig von einem momentanen radialen Abstand des Düsenrohrs zu der Kurvenbahn einzustellen.

Beispiel 20. Reinigungsvorrichtung nach einem der Beispiele 16 bis 19, die weiterhin aufweist: einen ersten Motor,

der dazu ausgebildet ist, die Umlaufbewegung der wenigstens einen Düse zu bewirken; und einen zweiten Motor, der dazu ausgebildet ist, die Rotationsbewegung des Werkstückträgers zu bewirken, wobei die Steuerung dazu ausgebildet ist, die Umlaufbewegung der wenigstens einen Düse auf der Umlaufbahn und die Schwenkbewegung der wenigstens einen Düse zu steuern, indem sie den ersten Motor und den zweiten Motor steuert.

Patentansprüche

1. Verfahren, das aufweist:

Reinigen wenigstens eines Werkstücks (5), das durch einen Werkstückträger (3) in einem Behandlungsbehälter (1) gehalten wird, mittels wenigstens einer Düse (4), die einen auf das Werkstück gerichteten Reinigungsstrahl (42) abgibt, wobei das Reinigen aufweist:

Vorgeben einer Rotationsgeschwindigkeit (ω_{31}) des Werkstückträgers (3) und einer Umlaufgeschwindigkeit (ω_{21}) der wenigstens einen Düse (4) auf einer Umlaufbahn um den Werkstückträger (3);
Rotieren des Werkstückträgers (3) mit der vorgegebenen Rotationsgeschwindigkeit (ω_{31}); und
Bewegen der wenigstens einen Düse (4) mit der vorgegebenen Umlaufgeschwindigkeit (ω_{21}) um den Werkstückträger (3) und Schwenken der wenigstens einen Düse (4) um eine parallel zu einer Rotationsachse (A-A) des Werkstückträgers (3) verlaufenden Schwenkachse (B-B) derart, dass ein vorgegebener Punkt auf einer Oberfläche (51) des Werkstücks (5) innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer mehrmals durch den Reinigungsstrahl (42) unter jeweils einem anderen Winkel getroffen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem jeder Position der wenigstens einen Düse (4) auf der Umlaufbahn eindeutig eine Winkelstellung der wenigstens einen Düse (4) während der Schwenkbewegung zugeordnet ist.

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Düse aufgrund der der Umlaufgeschwindigkeit (ω_{21}) eine Relativgeschwindigkeit (v_5) gegenüber dem vorgegebenen Punkt auf der Oberfläche (51) des Werkstücks (5) aufweist und bei dem die Relativgeschwindigkeit (v_5) und eine im Zusammenhang mit dem Schwenken der wenigstens einen Düse (4) stehende Schwenkgeschwindigkeit so aufeinander abgestimmt sind, dass eine Geschwindigkeit (v_{REL}), mit der sich der Reinigungsstrahl (42) wenigstens einmal über den vorgegebenen Punkt bewegt, geringer als 50%, geringer als 30% oder geringer als 10% der Relativgeschwindigkeit (v_5) ist.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem eine im Zusammenhang mit dem Schwenken der wenigstens einen Düse (4) stehende Schwenkgeschwindigkeit der Düse (4) derart variiert, dass sich die Schwenkgeschwindigkeit mit zunehmender Auslenkung gegenüber einer Nullstellung (41_0), in der der Reinigungsstrahl (42) auf die Rotationsachse (A-A) gerichtet ist, verlangsamt.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die wenigstens eine Düse (4) an einem Düsenrohr (22) angeordnet ist, wobei das Schwenken der wenigstens einen Düse (4) ein Schwenken des Düsenrohrs um die Schwenkachse (B-B) aufweist.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Schwenken der wenigstens einen Düse (4) pro Umlauf der wenigstens einen Düse um den Werkstückträger ein n-maliges Schwenken der Düse (4) von einem ersten Endpunkt (41_1) zu einem zweiten Endpunkt (41_2) und zurück zu dem ersten Endpunkt (41_1) aufweist, wobei $n > 1$.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Schwenken der wenigstens einen Düse (4) das Schwenken innerhalb eines Winkelbereichs aufweist, der zwischen 30° und 70° beträgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die Rotationsgeschwindigkeit (ω_{31}) null ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die Rotationsgeschwindigkeit (ω_{31}) ungleich null ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die wenigstens eine Düse (4) entgegengesetzt zu der Rotation des Werkstückträgers (3) auf der Umlaufbahn umläuft.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Rotationsgeschwindigkeit (ω_{31}) und die Umlaufgeschwindigkeit (ω_{21}) innerhalb der vorgegebenen Zeitdauer jeweils im Wesentlichen konstant sind.

12. Reinigungsvorrichtung, die aufweist:

einen Behandlungsbehälter (1);

einen in dem Behandlungsbehälter (1) angeordneten, Werkstückträger (3), der dazu ausgebildet ist, wenigstens ein Werkstück (5) zu halten;

wenigstens eine Düse (4), die dazu ausgebildet ist, einen auf den Werkstückträger gerichteten Reinigungsstrahl (42) abzugeben und die so gelagert ist, dass sie sich auf einer Umlaufbahn um den Werkstückträger (3) bewegen kann und dass sie um eine parallel zu der Rotationsachse (A-A) des Werkstückträgers (3) verlaufende Schwenkachse (B-B) schwenken kann;

eine Schwenkvorrichtung (27), die dazu ausgebildet ist, die wenigstens eine Düse (4) zu schwenken; und eine Steuerung (8), die dazu ausgebildet ist, eine Umlaufbewegung der wenigstens einen Düse (4) auf der Umlaufbahn und eine Schwenkbewegung der wenigstens einen Düse (4) so zu steuern, dass ein vorgegebener Punkt auf einer Oberfläche (51) des Werkstücks (5) innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer mehrmals durch den Reinigungsstrahl (42) unter jeweils einem anderen Winkel getroffen wird.

13. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 12, bei der die Schwenkvorrichtung (27) derart ausgebildet ist, dass jeder Position der wenigstens einen Düse (4) auf der Umlaufbahn eindeutig eine Winkelstellung der wenigstens einen Düse (4) während der Schwenkbewegung zugeordnet ist.

14. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, bei der die wenigstens eine Düse (5) an einem Düsenrohr (22) angeordnet ist.

15. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 14, bei der die Schwenkvorrichtung (27) aufweist:

eine nicht-kreisförmige Kurvenbahn (271);

eine Hebelanordnung (272) die zwischen die Kurvenbahn (271) und das Düsenrohr (22) gekoppelt ist und die dazu ausgebildet ist, einen Schwenkwinkel des Düsenrohrs (22) abhängig von einem momentanen radialen Abstand des Düsenrohrs (22) zu der Kurvenbahn (271) einzustellen.

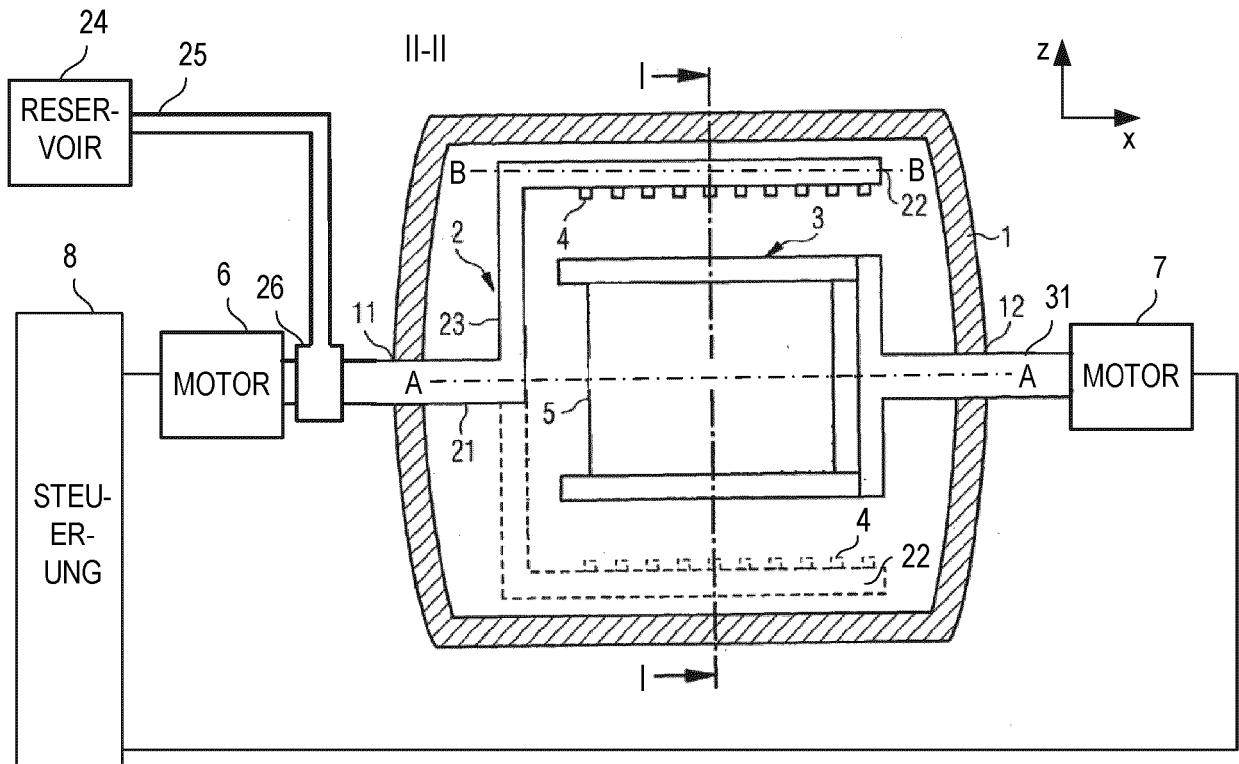


FIG 1A

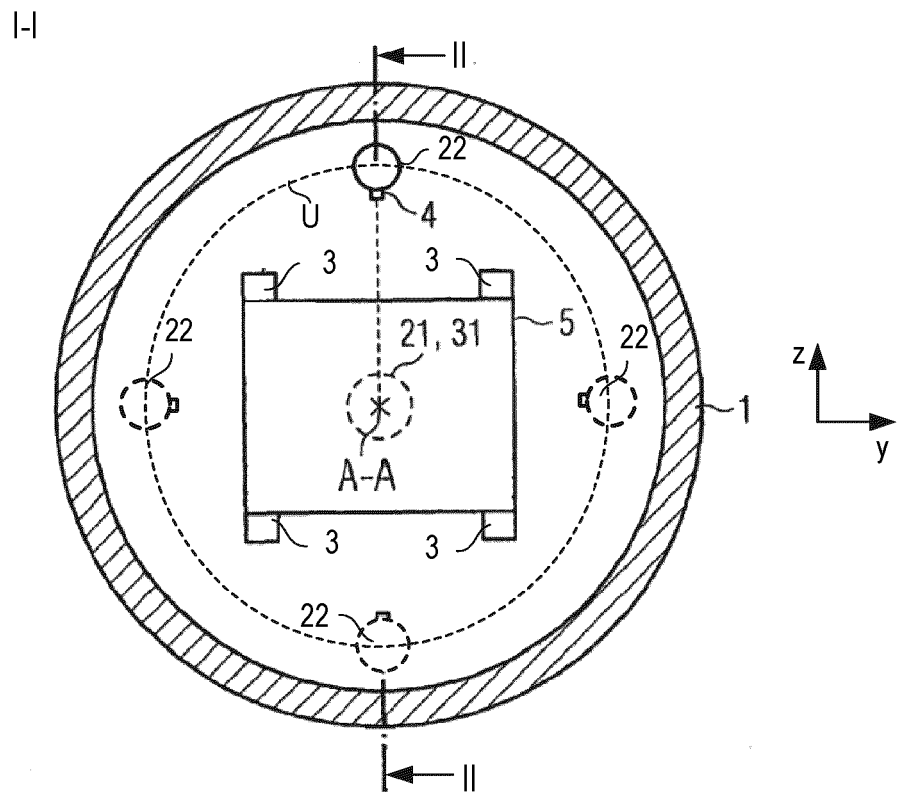


FIG 1B

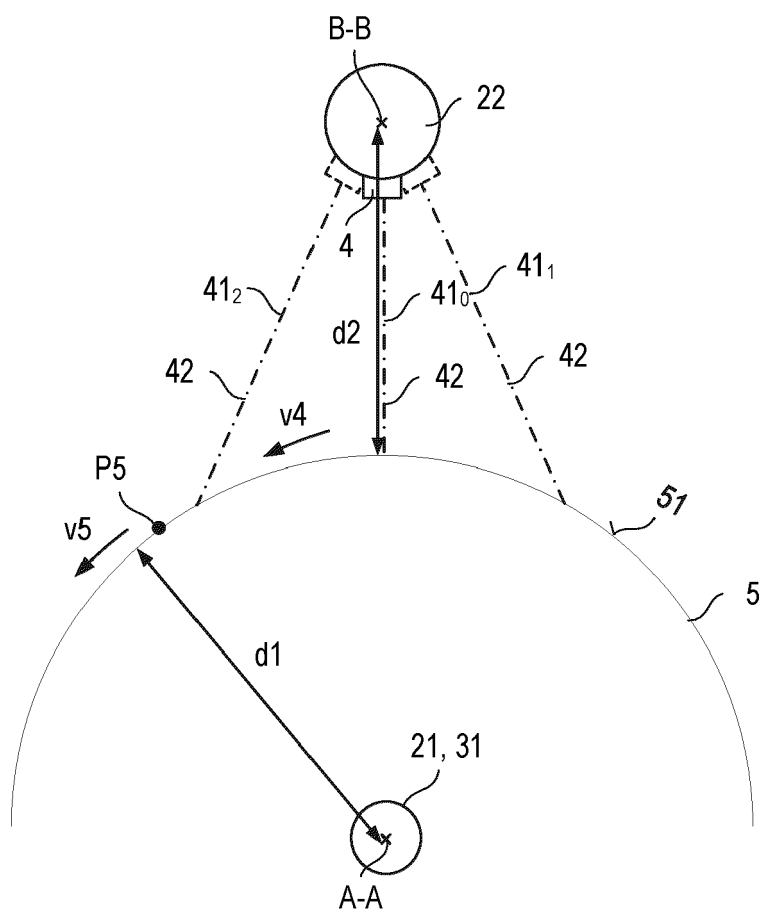


FIG 2

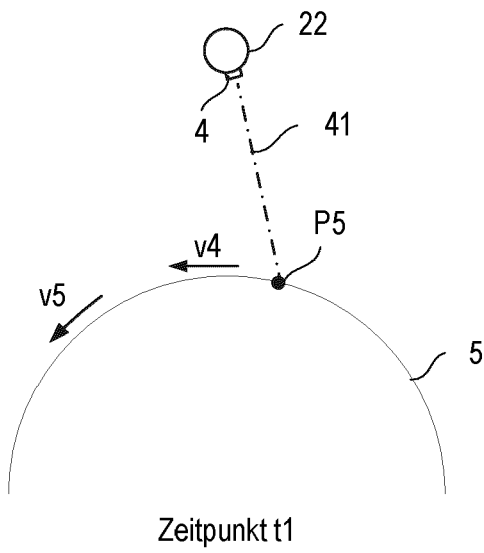


FIG 3A

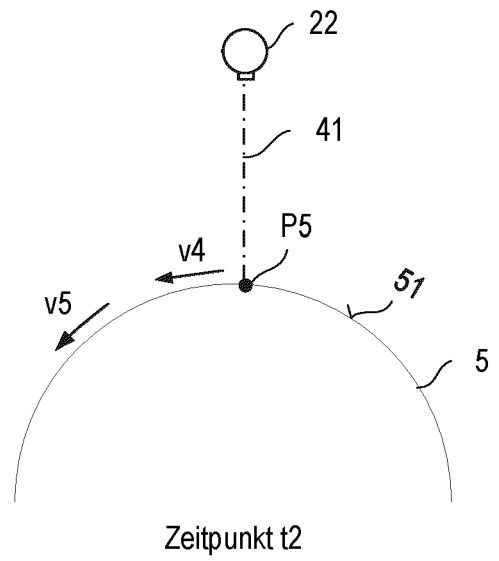


FIG 3B

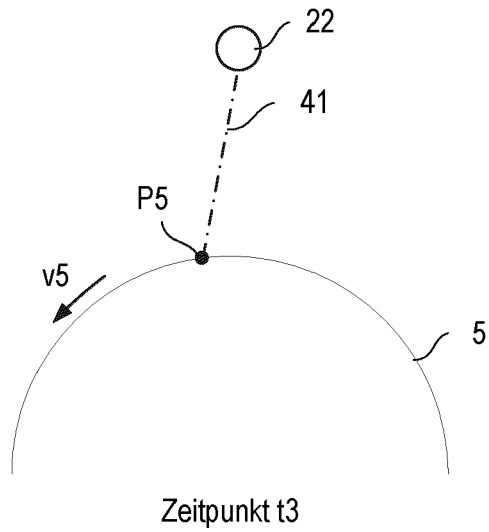


FIG 3C

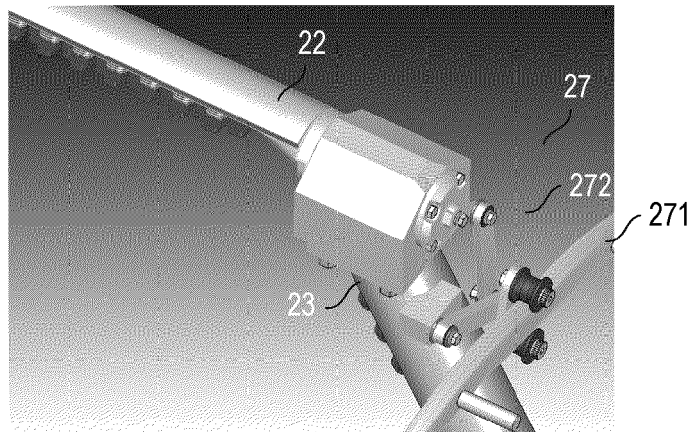


FIG 4A

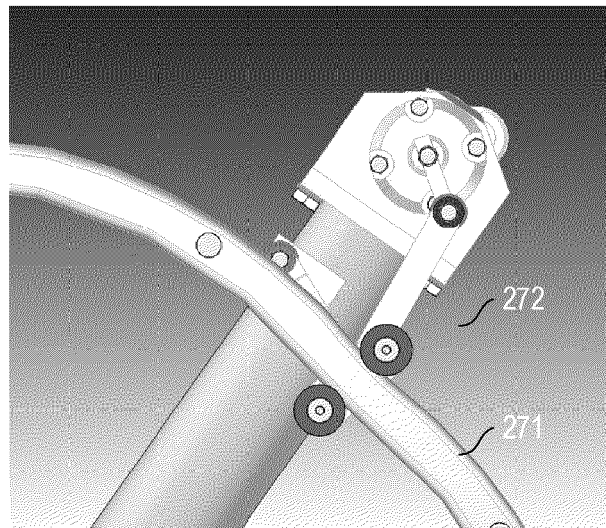


FIG 4B

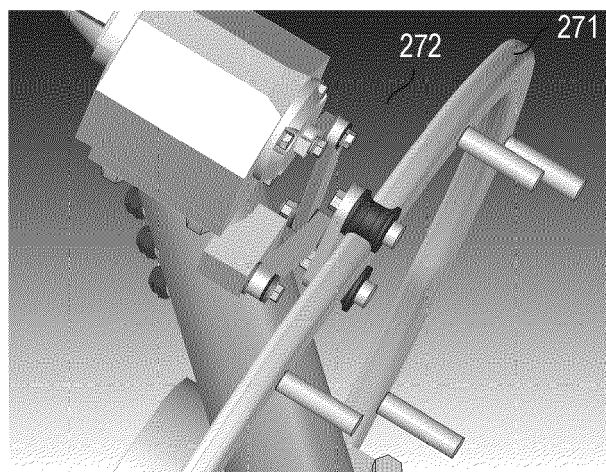


FIG 4C

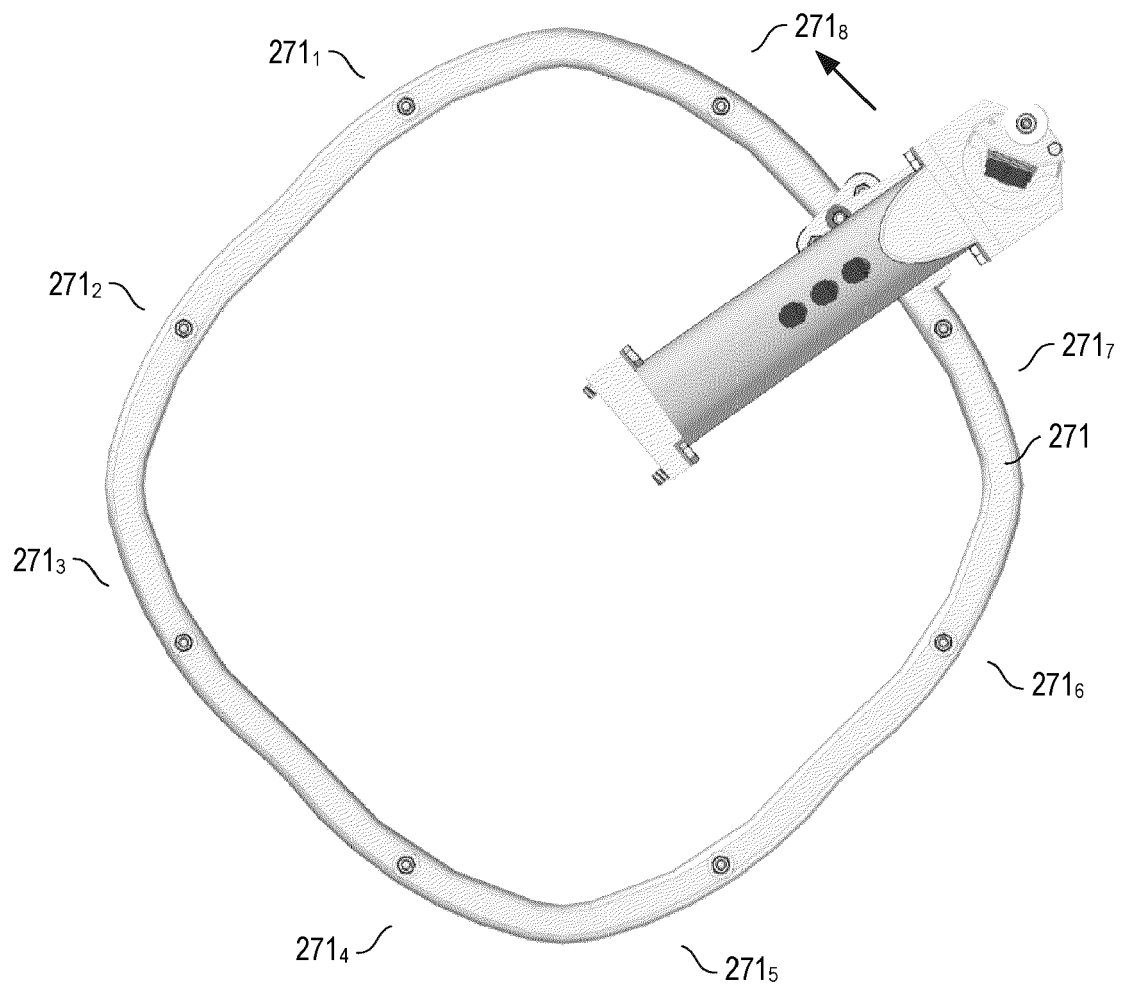


FIG 4D

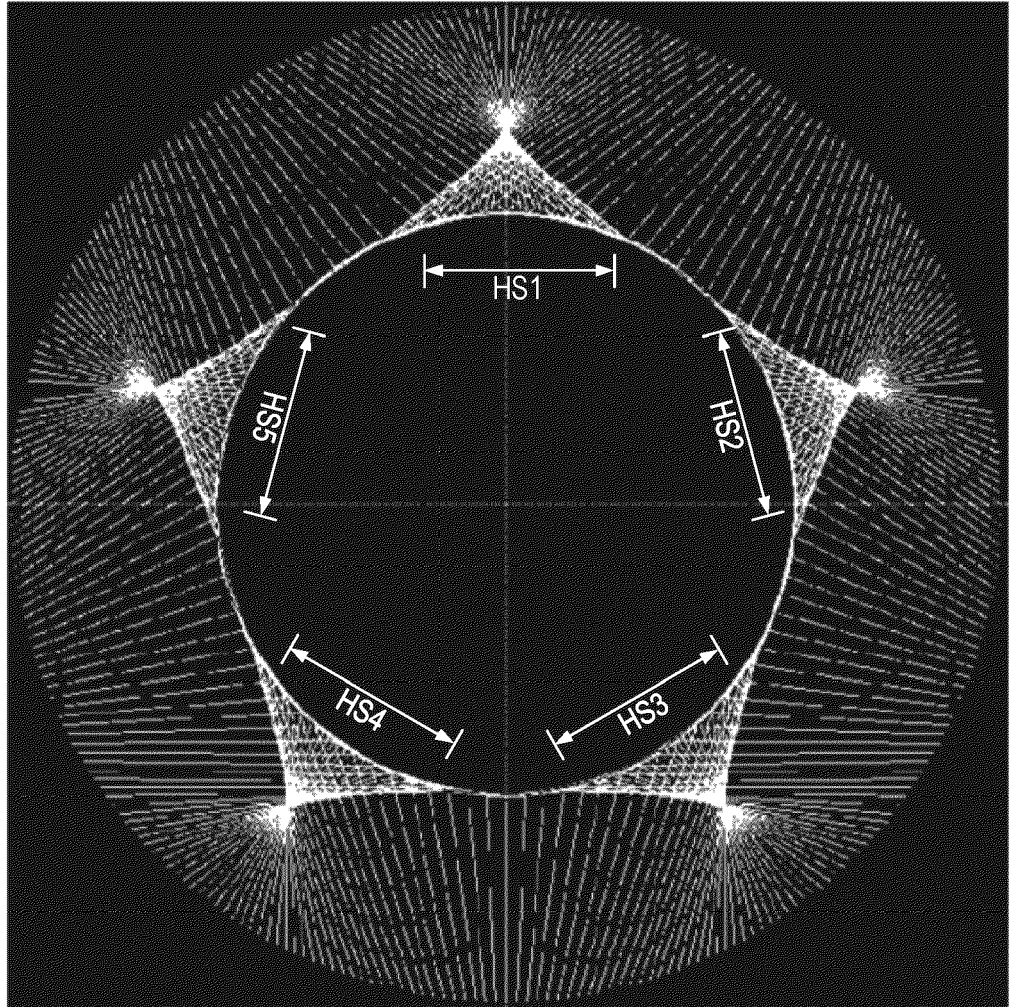


FIG 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 16 8117

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	DE 10 2004 046802 B3 (SCHWARZ ERNST MAFAC GMBH [DE]) 27. April 2006 (2006-04-27) * Zusammenfassung; Abbildungen * * Absatz [0012] - Absatz [0021] * * Absatz [0079] - Absatz [0083] *	1-15	INV. B08B3/02 B05B13/02 B05B13/04
A,D	EP 0 507 294 B1 (SCHWARZ ERNST MAFAC GMBH [DE]) 17. August 1994 (1994-08-17) * Spalte 2, Zeile 16 - Zeile 26; Abbildungen * * Spalte 3, Zeile 21 - Zeile 40 *	1-15	
A	DE 10 2008 019456 A1 (DUERR ECOCLEAN GMBH [DE]) 5. November 2009 (2009-11-05) * Zusammenfassung; Abbildungen * * Absätze [0062], [0084], [0090] *	1,12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B08B B05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 20. August 2020	Prüfer Kosicki, Tobias
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 : mündliche 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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 20 16 8117

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.

20-08-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102004046802 B3	27-04-2006	AT 444816 T	15-10-2009
		DE 102004046802 B3	27-04-2006
		EP 1640077 A2	29-03-2006
EP 0507294 B1	17-08-1994	AT 110012 T	15-09-1994
		DE 4111099 C1	15-10-1992
		EP 0507294 A1	07-10-1992
DE 102008019456 A1	05-11-2009	CN 102006945 A	06-04-2011
		DE 102008019456 A1	05-11-2009
		EP 2276587 A2	26-01-2011
		PL 2276587 T3	28-02-2013
		US 2011088726 A1	21-04-2011
		WO 2009144073 A2	03-12-2009

EPO FORM P0461

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

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

- EP 0507294 B1 [0002] [0016]
- DE 10216285 B4 [0002]
- DE 102004046802 [0003]