

(19)



(11)

EP 3 881 959 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.09.2021 Patentblatt 2021/38

(51) Int Cl.:
B23H 5/08 (2006.01) **B24B 1/00** (2006.01)
B24B 31/00 (2006.01) **B24B 31/116** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21163149.4**

(22) Anmeldetag: **17.03.2021**

(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:
• **KOBLENZER, Gerhard**
72622 Nürtingen (DE)
• **HAUGER, Hans**
78166 Donaueschingen (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte und Rechtsanwalt**
Weiß, Arat & Partner mbB
Zeppelinstraße 4
78234 Engen (DE)

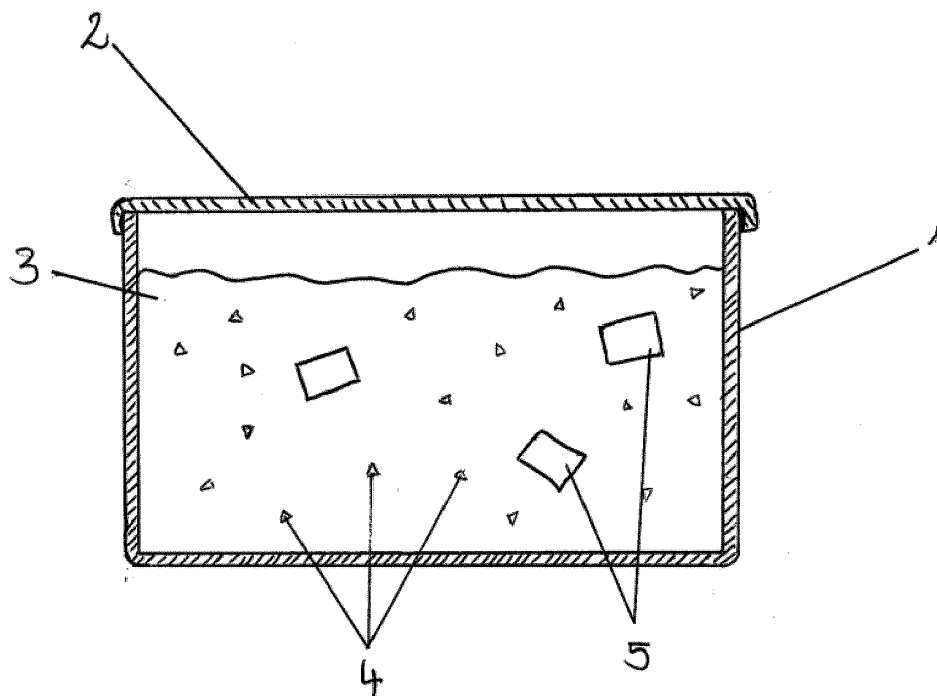
(30) Priorität: **18.03.2020 DE 102020107500**

(71) Anmelder: **LPW Reinigungssysteme GmbH**
72585 Riederich (DE)

(54) VERFAHREN ZUR OBERFLÄCHENBEARBEITUNG VON WERKSTÜCKEN

(57) Ein Verfahren zur Oberflächenbearbeitung eines Werkstückes (5) ist durch folgende Schritte gekennzeichnet:
- das Werkstück (5) kommt in ein Behältnis (1) bevor oder nachdem das Behältnis (1) mit einem Medium (3) befüllt wird,
- wobei das Medium (3) im Behältnis (1) eine Bearbeitungs-

zungszutat (4) aufweist,
- das Medium (3) wird in Form eines Arbeitsschrittes abwechselnd mit einem relativen Hochdruck und einem relativen Niederdruck beaufschlagt,
- wodurch auch die Bearbeitungszutat (4) mit einem relativen Hochdruck und einem relativen Niederdruck beaufschlagt wird.



EP 3 881 959 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von Werkstücken nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Stand der Technik

[0002] Derzeitige Verfahren und auch die dazugehörigen Vorrichtungen sind bereits bekannt und gebräuchlich. Diese Verfahren fallen zumindest teilweise unter den Oberbegriff der Oberflächentechnik. Mittels der Oberflächentechnik kann eine Oberfläche eines Werkstückes auf ein bestimmtes Anforderungsprofil hin optimiert werden um so weitere Funktionen erfüllen zu können. So kann beispielsweise durch die Oberflächentechnik für das Werkstück ein mechanischer Schutz vor Verschleiss oder Reibung, eine Barrierefunktion, d.h. Korrosionsbeständigkeit oder Wärmeisolation vorgesehen werden, eine optische, mechanische oder elektrische Funktion erfüllt werden und dergleichen mehr.

[0003] Die Oberflächenbearbeitung - oder auch Oberflächenbehandlung - als Teil der Oberflächentechnik umfasst neben beispielsweise chemischen Verfahren vor allem sogenannte trennende Verfahren, bei denen von einem Werkstück Material abgetragen wird. Oft handelt es sich hierbei um Grate, d.h. Kanten, Auffaserungen oder Splitter, die im Rahmen des Fertigungsprozesses am Werkstück entstanden sind. Solche Grate sind unerwünscht. Neben den Graten ist die Oberflächeneigenschaft, z. B. die Rauheit der Oberfläche, die sich durch Fertigungsverfahren ändern kann, ebenfalls eine Eigenschaft die gegebenenfalls nachträglich mit einem der oben genannten Verfahren bearbeitet werden muss, um die gewünschte, letztendliche Funktionsweise sicherstellen zu können.

[0004] Vor allem funktionsrelevante Teile von Bauteilen, Baugruppen und Systemen werden zunehmend mittels neuartiger Fertigungsverfahren, wie z.B. der additiven Fertigung, hergestellt. Innenbereiche, wie Kanäle oder andere Lumen, aber auch Gewinde, Sacklöcher oder hinterschneidende Geometrien sind mit den derzeitigen Verfahren nicht mehr zu erreichen, da all diese in Abhängigkeit zur Geometrie stehen. Die additive Fertigung macht die Fertigung solch komplizierter Geometrien nun möglich.

[0005] Allerdings benötigen die meisten derzeit am Markt befindlicher Technologien - herkömmlich oder additiv - hierzu weitere und/oder zusätzliche und somit (Anm.: den Begriff "Bauteil-" habe ich hier weggelassen, denn es geht hier um den Stand der Technik und die Bauteilunabhängigkeit ist Ausdruck Ihrer Erfindung.) unabhängige Prozessschritte zur Abbildung einer möglichen Oberflächenbehandlung, der nachfolgenden Feinst-Reinigung inklusive Spülung sowie Trocknung der Bauteile.

[0006] Die derzeitigen Technologien zur Oberflächenbearbeitung werden generell, jedoch nicht ausschließlich in folgende Bereiche unterteilt:

- 5 - Elektropolieren: Die Elektropolitur, auch Elektropolieren genannt, zählt zu den abtragenden Fertigungsverfahren. Genauer wird es den elektrochemischen Abtragverfahren mit Fremdstromquelle zugeordnet. In einem speziell auf das Material des Werkstückes abgestimmten Elektrolyten wird Metall anodisch abgetragen. Das metallische Werkstück bildet die Anode in einer elektrochemischen Zelle.
- 10 - Plasmapolieren: Das Plasmapolieren ähnelt dem Verfahren des elektrolytischen Polierens, arbeitet jedoch mit ökologisch als unbedenklicher geltenden Salzlösungen. Ein wichtiger Unterschied besteht in der wesentlich höheren Spannung, die zu einem Plasmafilm um das Werkstück führt, weshalb auch ein anderer Wirkmechanismus zum Abtrag führt.
- 15 - Gleitschleifen: Die zu bearbeitenden Werkstücke werden zusammen mit Schleifkörpern und meist einem Zusatzmittel in wässriger Lösung als Schüttgut in einen Behälter gegeben. Durch eine oszillierende oder rotierende Bewegung des Arbeitsbehälters entsteht eine Relativbewegung zwischen Werkstück und Schleifkörper, die einen Materialabtrag am Werkstück, insbesondere an dessen Kanten, hervorruft.
- 20 - Strahlsysteme (SURFAST®-Systeme): Eine Mischung aus Fluid und Strahlmittel wird unter Druck über eine Düse auf ein Werkstück gebracht.
- 25 - Thermische Bearbeitung wie z.B. Laser, Co2-Schneestrahln-Reinigung oder dergleichen.
- 30

35 **[0007]** Zusätzlich müssen die zur Bearbeitung vorgesehenen Bauteile nach der Orientierung unterschieden werden. Entweder die Teile kommen als Schüttgut oder auch als gesetzte Ware. Je nach Unterscheidung bedarf es verschiedener Verfahren.

40 **[0008]** Final muss nach solchen Schritten immer ein separat ausgeführter, abschliessender Reinigungs- und/oder Spülprozess inklusive Trocknung abgebildet werden.

45 **[0009]** Alle aufgeführten Verfahren sind teilweise für Metalle, andere auch zusätzlich noch bei Kunststoffen, Keramiken und vielen anderen Materialien und Mischmaterialien einsetzbar. Viele dieser Verfahren können zur Reinigung als auch zur End-Behandlung von Oberflächen benutzt werden. Nachteilig ist aber, dass keines der bekannten Verfahren bauteilgeometrie- und/oder materialunabhängig ist.

Aufgabe der Erfindung

55 **[0010]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Nachteile aus dem Stand der Technik zu überwinden. Insbesondere soll ein Verfahren bereitgestellt werden, welches die Nachteile aus dem Stand der Technik be-

seitigt und welches es ermöglicht, eine Oberfläche von Werkstücken/Bauteilen beliebiger Geometrie und Materialbeschaffenheit zu bearbeiten und gegebenenfalls eine Reinigung und/oder Dekontamination und/oder Trocknung des Werkstücks/Bauteil zu gewährleisten.

Lösung der Aufgabe

[0011] Zur Lösung der Aufgabe führen die Merkmale nach dem Anspruch 1.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0013] Bei dem erfindungsgemässen Verfahren zur Oberflächenbearbeitung eines Werkstückes kommt es in erster Linie zu einer Kombination von an sich bekannten verschiedenen Reinigungs- und Oberflächenbearbeitungsverfahren, die für sich genommen jeweils für sich in ihrem Bereich bekannt sind, aber deren Kombination in der hier beschriebenen Weise noch nicht bekannt war.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Oberflächenbearbeitung kombiniert einen Druckschwankungsprozess, auch unter dem Namen zyklische Nukleation (Cyclic Nucleation Process, kurz CNp) bekannt, mit den üblichen mechanischen, chemischen und elektrochemischen Oberflächenbearbeitungen. Der Druckschwankungsprozess ist angelehnt an die physikalische definierte Dampfdruckkurve der jeweiligen Flüssigkeit.

[0015] Hierbei wird ein vollständig oder nur teilweise mit Medium gefülltes Behältnis mit Niederdruck beaufschlagt. Dabei entstehen Gasblasen, die sich auf allen reaktiven Oberflächen, auch in komplexen Strukturen wie etwa Kapillaren und Bohrungen reinigend auswirken. Dies geschieht in erster Linie dadurch, dass bei plötzlicher Wegnahme des Niederdrucks diese wieder in sich zusammenfallen (implodieren) und dabei einen Druckschlag (Kavitation) mit einer spürbaren mechanischen Wirkung auf der gesamten Werkstückoberfläche - gerade in verdeckten oder kapillaren Bereichen erzeugen. Durch die zyklische Wechselwirkung des Niederdruckes zum Hochdruck wachsen und schrumpfen die durch Niederdruck entstandenen Gasblasen entsprechend der sich verändernden Druckamplituden fortlaufend und sorgen dafür, dass Partikel und Verschmutzungen auch an schlecht zugänglichen Stellen gelöst und aus dem unmittelbaren Bereich des Werkstücks transportiert werden können.

[0016] Bei dem vorliegenden Verfahren wird das Medium in dem geschlossenen Behältnis abwechselnd einem relativen Niederdruck und einem relativen Hochdruck ausgesetzt. Relativer Niederdruck ist in diesem Zusammenhang als niedrigerer Druck zum atmosphärischen Druck oder auch als relativer niedrigerer Druck zum relativen Hochdruck zu verstehen. Dabei liegt der Niederdruck immer unter dem Hochdruck. Folglich kann der Niederdruck sowohl unterhalb als auch oberhalb des atmosphärischen Drucks jedoch unterhalb des relativen Hochdrucks liegen, so dass ein relativer Druckwechsel

oberhalb des atmosphärischen Drucks stattfindet. Auch der relative Hochdruck könnte unterhalb des atmosphärischen Drucks, jedoch oberhalb des relativen Niederdruckes liegen, so dass ein relativer Druckwechsel unterhalb des atmosphärischen Drucks stattfindet.

[0017] Der Effekt des Druckschwankungsprozesses wurde bislang vor allem bei der Reinigung von Objekten eingesetzt. Er lässt sich mittels bekannter klassischer, verfahrenstechnischer Grundprinzipien erzeugen, indem eine mit Medium (z. B. eine Reinigungsflüssigkeit) gefüllte, geschlossene Kammer mit Niederdruck beaufschlagt wird. Die hierbei entstehenden Gasblasen bilden sich auf alle reaktiven Oberflächen, auch in komplexen Strukturen wie etwa Kapillaren, Hinterschneidungen, Sacklöcher, Gewinde und Bohrungen und dergleichen. Bei plötzlicher Wegnahme des Niederdrucks fallen diese wieder in sich zusammen (implodieren) und erzeugen einen Druckschlag (Kavitation) mit einer spürbaren mechanischen Wirkung auf der gesamten Oberfläche des Werkstücks - gerade in verdeckten oder kapillaren Bereichen. Der entscheidende Effekt besteht in der Bestimmung eines fest eingestellten Zyklus zwischen einem definierten unteren Schaltepunkt im Vakuum und einem oberen Schaltepunkt im Niederdruck oder gegebenenfalls auch im Hochdruck, der beliebig oft wiederholt und variiert werden kann.

[0018] Durch die isostatischen Eigenschaften von Flüssigkeiten machen sich die genannten Druckveränderungen auch in den kleinsten Abmessungen komplexer Innengeometrien bemerkbar. In Folge entsteht ein Medienfluss/-Austausch in allen - gerade auch kapillaren - Bereichen des Werkstücks. Die durch Niederdruck entstandenen Gasblasen wachsen und schrumpfen durch die Druckamplituden fortlaufend und sorgen dafür, dass Partikel und Verschmutzungen an schlecht zugänglichen Stellen gelöst und aus dem unmittelbaren Bereich des Werkstücks transportiert werden. Dieser als asymmetrischer Volumenstrom bezeichnete Vorgang gewährleistet selbst in jenen kapillaren Strukturen einen Medienstrom und Verschmutzungsaustrag, die ein ungünstiges Querschnitt-Längenverhältnis aufweisen.

[0019] Voraussetzungen für die Wirksamkeit des Verfahrens stellen unter anderem das Medium selbst, die Materialbeschaffenheit und -struktur sowie Temperatur des Substrats in Relation zur Medientemperatur sowie die Zeit und die Mechanik dar (Sinnerscher Kreis). Metalle, Glas, Keramiken und viele andere Werkstoffe und Mischwerkstoffe sind durch ihre Oberflächenstruktur und ihre Fähigkeit der Temperaturenaufnahme uneingeschränkt geeignet. Bei Isolatoren wie Kunststoffen kommt es auf die Eigenschaften an, ob zyklische Nukleation eingesetzt werden kann. Gut geeignet sind hier Kunststoffe im Allgemeinen und Mischkunststoffe, wie z. B. temperaturbeständige Kunststoffe.

[0020] Die klassischen Verfahren zur Oberflächenbearbeitung wurden im Stand der Technik bereits ausreichend genannt.

[0021] Bei der Kombination des Druckschwankungs-

prozesses mit den Varianten der Oberflächenbearbeitung wird das Werkstück zunächst in ein Behältnis mit einem Medium gegeben. Das Medium im Behältnis weist eine oder mehrere Bearbeitungszutaten auf und wird in Form eines Arbeitsschrittes abwechselnd mit einem relativen Hochdruck und einem relativen Niederdruck beaufschlagt, wodurch auch das/die Bearbeitungszutat(en) mit einem relativen Hochdruck und einem relativen Niederdruck beaufschlagt wird/werden.

[0022] In dem Medium befindet sich nun, je nach Beschaffenheit des Werkstücks und der eingesetzten Werkstückmaterialien eine physikalische/mechanische, chemische, chemisch-physikalische, chemisch-mechanische oder eine elektro-chemische Bearbeitungszutat. Handelt es sich bei der Bearbeitungszutat um eine physikalische/mechanische Bearbeitungszutat, bewirkt diese, dass sich das Medium in dem Arbeitsschritt einen Schwingweg lang linear bewegt wird und am Ende des Schwingweges verharzt, bevor ein Rückschwingweg erfolgt.

[0023] Handelt es sich in dem Medium um eine chemische Bearbeitungszutat (electroless), bewirkt diese, dass das Medium in dem Arbeitsschritt zu einer Werkstückkavität transportiert wird.

[0024] Handelt es sich bei dem Medium um eine elektro-chemische Bearbeitungszutat, bewirkt diese, dass das Medium in dem Arbeitsschritt zu einer Werkstückkavität transportiert wird und durch eine Elektroquelle aktiviert wird.

[0025] Mittels der Elektroquelle kann die elektro-chemische Bearbeitungszutat durchgehend oder phasenweise aktiviert werden.

[0026] Mischungen der Bearbeitungszutaten, wie beispielsweise chemischmechanisch oder chemisch-physikalisch, können ebenfalls vorgesehen sein. Die Wirkung ist dann entsprechend, sprich, teilweise wird das Medium in dem Arbeitsschritt einen Schwingweg lang linear bewegt, wobei es am Ende des Schwingweges verharzt, bevor ein Rückschwingweg erfolgt und teilweise wird das Medium in dem Arbeitsschritt zu einer Werkstückkavität transportiert..

[0027] Im Falle der physikalischen/mechanischen Bearbeitungszutat oder Mischungen mit chemischen Bearbeitungszutaten erfolgt selbstverständlich ebenfalls ein Transport der physikalischen/mechanischen Bearbeitungszutaten zu und in Werkstückkavitäten. Dies kann jedoch nur erfolgen, wenn die physikalischen/mechanischen Bearbeitungszutaten klein genug sind, um in die Werkstückkavitäten gelangen zu können. So sind beispielsweise Schleifkörper bis unter 10 µm denkbar und auch Nanopartikel bis wenige mm als Festkörper sind denkbar. Dadurch wird auch die Bearbeitung der Oberflächen von Werkstückkavitäten ermöglicht, da durch die Druckschwankungen selbst in den kleinsten Werkstückkavitäten zu einer Schwingbewegung der physikalischen/mechanischen Bearbeitungszutaten kommt, was wiederum zu besonders guten Oberflächenqualitäten führt.

[0028] Das Behältnis ist während des Arbeitsschrittes luftdicht verschlossen. Hierzu können aus Sicherheitsgründen Sensoren vorgesehen sein, die den Beginn des Arbeitsschrittes nur gestatten, wenn die entsprechende Luftdichtigkeit des Behältnisses gewährleistet ist.

[0029] Eine Niederdruckquelle wird über ein Niederdruckventil gesteuert und/oder eine Hochdruckquelle wird über ein Hochdruckdruckventil gesteuert und die Niederdruckquelle und/oder die Hochdruckquelle sind mit dem Behältnis verbunden. Der Einsatz solcher Ventile erlaubt die schnelle und kontrollierte Herstellung der gewünschten im Behältnis erforderlichen Druckverhältnisse. Als Ventil kann selbstverständlich auch jedwedes normale Ventil zum Einsatz kommen, so dass ein Ausgleich lediglich durch den atmosphärischen Druck stattfindet.

[0030] Ein Rechner mit Bedienpanel steuert die Niederdruckquelle und/oder die Hochdruckquelle. Dies ermöglicht die Anpassung an verschiedene Werkstücke und auch damit verbundene Werkstückmaterialien, sowie die einfache und schnelle Anpassung beziehungsweise Zusammenstellung von Medium und jeweils sinnvoller Bearbeitungszutat bzw. der Bearbeitungszutaten. Eine manuelle Steuerung ist möglich und soll vorliegend umfasst sein.

[0031] Noch während des Arbeitsschritts der Oberflächenbearbeitung oder kurz danach kann eine chemische und/oder physikalische Reinigung und/oder Spülung zur Dekontamination erfolgen. Eine Trocknung nach der Reinigung ist ebenfalls möglich.

[0032] Vorteil der vorliegenden Erfindung ist die bauteilgeometrieunabhängige Oberflächenbearbeitung gegebenenfalls mit paralleler und/oder anschliessender Reinigung und/oder Spülung und/oder Trocknung. D.h., es wird sichergestellt, dass die Oberflächenbearbeitung (physikalischer/mechanischer, chemischer, chemisch-physikalischer, chemisch-mechanischer oder elektro-chemischer Art) inklusive Reinigung und/oder Spülung zur Dekontamination als auch Trocknung bei Bauteilen jeglicher Art (unabhängig von ihrem Werkstoff, ihrer Geometrie,...) durchgeführt werden kann und diese Oberfläche in einer geschlossenen Prozesskette hin bis zu höchsten Erwartungen an diese Oberfläche (Rauheit, Aktivierung für Folgeprozesse, Reinheitsanforderungen, etc....) bearbeitet wird.

[0033] Eine Verbindung, nur Beispielhaft zu sehen, von Feststoffen (Keramik, Korund Kunststoffen, etc...) zusammen mit einer Flüssigkeit (Wasser, oder wasserbasiertes Gemisch, Lösemittel oder lösemittelbasiertes Gemisch oder dergleichen) in Verbindung mit der Technologie der zyklischen Nukleation ist einerseits in der Lage, eine Oberfläche in einer gewünschten Qualität darzustellen (Rauheit, Funktionsfähigkeit für nachfolgenden Prozesse, wie z.B. Kleben, Lötten, Entfernung von filmischer Verunreinigung und/oder Partikel, etc.); andererseits kann zusätzlich auch ein gewünschter Reinigungsschritt und/oder eine dekontaminierende Spülung des Bauteils z.B. mit Wasser und/oder eine finale Trocknung

bauteilunabhängig und ohne weitere Bearbeitungsschritte erfolgen.

Figurenbeschreibung

[0034] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen; diese zeigen in ihrer einzigen Figur einen schematischen Querschnitt durch ein Behältnis zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens zur Oberflächenbehandlung eines Werkstückes.

Ausführungsbeispiel

[0035] Die einzige Figur zeigt ein luftdicht verschliessbares Behältnis 1 mit einem Deckel 2. Im Inneren des Behältnisses 1 befindet sich ein Medium 3. In dem Medium 3 wiederum sind eine oder mehrere Bearbeitungszutaten 4 aufgenommen, welche vorliegend exemplarisch dreieckig dargestellt sind. Weiterhin sind Werkstücke 5 in dem Medium 3 aufgenommen.

[0036] Die Bearbeitungszutat 4 kann physikalischer, mechanischer, chemischer, chemisch-physikalischer, chemisch-mechanischer und/oder elektrochemischer Art sein. Je nach verwendeter Bearbeitungszutat 4 in dem Medium 3 wird diese in dem Medium 3 unterschiedlich bewegt bzw. verharzt. Im Falle der physikalischen/mechanischen Bearbeitungszutat 4 wird diese während des Vorganges der Oberflächenbearbeitung des Werkstückes 5 einen Schwingweg lang linear bewegt und am Ende des Schwingweges verharzt, bevor ein Rückschwingweg erfolgt.

[0037] Ist die Bearbeitungszutat 4 in dem Medium 2 chemischer Art, so wird dieses während des Vorganges der Oberflächenbearbeitung zum Werkstück 5 und seiner Kavität transportiert.

[0038] Ist die Bearbeitungszutat 4 in dem Medium 2 chemischer-physikalischer bzw. chemisch-mechanischer Art, so wird dieses teilweise während des Vorganges der Oberflächenbearbeitung einen Schwingweg lang linear bewegt und am Ende des Schwingweges verharzt, bevor ein Rückschwingweg erfolgt und teilweise zum Werkstück 5 und seiner Kavität transportiert. Ist die physikalische/mechanische Bearbeitungszutat 4 klein genug, wie oben bereits erwähnt, wird auch sie selbstverständlich zur Werkzeugkavität transportiert.

[0039] Ist die Bearbeitungszutat 4 in dem Medium 2 elektro-chemischer Art, so wird dieses während des Vorganges der Oberflächenbearbeitung zum Werkstück 5 und seiner Kavität transportiert und durch eine nicht näher gezeigte Elektroquelle aktiviert wird. Diese kann durchgehend oder phasenweise die elektro-chemische Bearbeitungszutat 4 aktivieren.

[0040] Bezugnehmend auf diese Figur erklärt sich die Funktionsweise des erfindungsgemässen Verfahrens folgendermassen:

Zunächst wird das Behältnis 1 mit dem Medienbad 3 be-

füllt. Anschliessend oder während der Befüllung kommen die Bearbeitungszutaten 4 in das Medienbad 3, wobei sich die Bearbeitungszutaten 4 nach dem Werkstück 5 und deren Oberflächenfunktion richten, dessen Oberfläche zu bearbeiten ist. Ist das Medienbad 3 mit der Bearbeitungszutat gerichtet, kann/können der/die zu bearbeitende(n) Werkstück(e) 5 in das Medienbad 3 eingelegt werden, wenn sich diese/s nicht schon vor dem/beim Befüllen in dem Behältnis 1 befindet/n. Nun kann das Behältnis 1 mit dem Deckel 2 vorzugsweise luftdicht verschlossen werden. D.h., das Behältnis 1 kann entweder erst mit dem Medienbad 3 und dann den Bearbeitungszutaten 4 befüllt werden. Oder aber die Bearbeitungszutaten 4 können zeitgleich mit dem Medienbad 3 in das Behältnis 1 gegeben werden. Ausserdem kann sich das Werkstück 5 bereits vor Befüllen des Behältnisses 1 mit Medienbad 3/Bearbeitungszutat 4 in diesem befinden oder erst nach Befüllen des Behältnisses 1 mit Medienbad 3/Bearbeitungszutat 4 in dieses gelegt werden. Sämtliche Varianten sind möglich und sollen von der vorliegenden Erfindung umfasst sein.

[0041] Anschliessend wird das Behältnis 1 über eine nicht näher gezeigte Druckeinrichtung abwechselnd einem relativen Unterdruck und einem relativen Hochdruck beaufschlagt. Das Behältnis 1 ist dabei vollständig verschlossen, d.h. hermetisch geschlossen, sodass keine äusseren Einflüsse auf das Medium 3, die Bearbeitungszutat 4 und das zu bearbeitende Werkstück 5 wirken können.

[0042] Durch die Beaufschlagung des Behältnisses 1 mit einem relativen Hochdruck und einem relativen Niederdruck, wird auch die Bearbeitungszutat 4 mit einem relativen Hochdruck und einem relativen Niederdruck beaufschlagt.

[0043] Eine entsprechende, nicht näher gezeigte Niederdruckquelle wird dabei über ein Niederdruckventil gesteuert wird und/oder eine entsprechende, nicht näher gezeigte Hochdruckquelle über ein Hochdruckdruckventil. Die Niederdruckquelle und/oder die Hochdruckquelle sind mit dem Behältnis 1 verbunden.

[0044] Ein nicht näher gezeigter Rechner mit Bedienpanel steuert die Niederdruckquelle und/oder die Hochdruckquelle.

[0045] Gleichzeitig mit der Oberflächenbearbeitung oder kurz danach kann eine Reinigung und/oder Spülung zur Dekontamination und/oder eine Trocknung des Werkstückes stattfinden.

[0046] Obwohl nur ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben und dargestellt wurde, ist es offensichtlich, dass der Fachmann zahlreiche Modifikationen hinzufügen kann, ohne Wesen und Umfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

1	Behältnis	34			
2	Deckel	35			

(fortgesetzt)

3	Medienbad	36			
4	Bearbeitungszutat	37			
5	Werkstück	38			
6		39			
7		40			
8		41			
9		42			
10		43			
11		44			
12		45			
13		46			
14		47			
15		48			
16		49			
17		50			
18		51			
19		52			
20		53			
21		54			
22		55			
23		56			
24		57			
25		58			
26		59			
27		60			
28		61			
29		62			
30		63			
31		64			
32		65			
33		66			

Patentansprüche

1. Verfahren zur Oberflächenbearbeitung eines Werkstückes (5) **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:

- das Werkstück (5) kommt in ein Behältnis (1) bevor oder nachdem das Behältnis (1) mit einem Medium (3) befüllt wird,

- wobei das Medium (3) im Behältnis (1) eine Bearbeitungszutat (4) aufweist,
 - das Medium (3) wird in Form eines Arbeitsschrittes abwechselnd mit einem relativen Hochdruck und einem relativen Niederdruck beaufschlagt,
 - wodurch auch die Bearbeitungszutat (4) mit einem relativen Hochdruck und einem relativen Niederdruck beaufschlagt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in dem Medium (3) die Bearbeitungszutat (4) in dem Arbeitsschritt einen Schwingweg lang linear bewegt wird und am Ende des Schwingweges verhardt, bevor ein Rückschwingweg erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in dem Medium (3) eine physikalische/mechanische Bearbeitungszutat in dem Arbeitsschritt einen Schwingweg lang linear bewegt wird und am Ende des Schwingweges verhardt, bevor ein Rückschwingweg erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in dem Medium (3) eine chemische Bearbeitungszutat befindet, wobei die chemische Bearbeitungszutat in dem Arbeitsschritt zu einer Werkstückkavität transportiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in dem Medium (3) eine chemische-physikalische Bearbeitungszutat befindet, wobei die chemische-physikalische Bearbeitungszutat in dem Arbeitsschritt zu einer Werkstückkavität transportiert wird bzw. in dem Arbeitsschritt einen Schwingweg lang linear bewegt wird und am Ende des Schwingweges verhardt, bevor ein Rückschwingweg erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in dem Medium (3) eine chemische-mechanische Bearbeitungszutat befindet, wobei die chemische-mechanische Bearbeitungszutat in dem Arbeitsschritt zu einer Werkstückkavität transportiert wird bzw. in dem Arbeitsschritt einen Schwingweg lang linear bewegt wird und am Ende des Schwingweges verhardt, bevor ein Rückschwingweg erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in dem Medium (3) eine elektro-chemische Bearbeitungszutat befindet, wobei die elektro-chemische Bearbeitungszutat in dem Arbeitsschritt zu einer Werkstückkavität transportiert wird und durch eine Elektroquelle aktiviert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet,**

zeichnet, dass die Elektroquelle durchgehend oder phasenweise die elektro-chemische Bearbeitungszutat aktiviert.

9. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Niederdruckquelle über ein Niederdruckventil gesteuert wird und/oder eine Hochdruckquelle über ein Hochdruckventil gesteuert wird und die Niederdruckquelle und/oder die Hochdruckquelle mit dem Behälter (1) verbunden wird. 5 10
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Rechner mit Bedienpanel die Niederdruckquelle und/oder die Hochdruckquelle steuert. 15
11. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Arbeitsschritt eine chemische und/oder physikalische Reinigung erfolgt. 20
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach der Reinigung eine Spülung (Dekontamination) und/oder eine Trocknung durchgeführt wird. 25

30

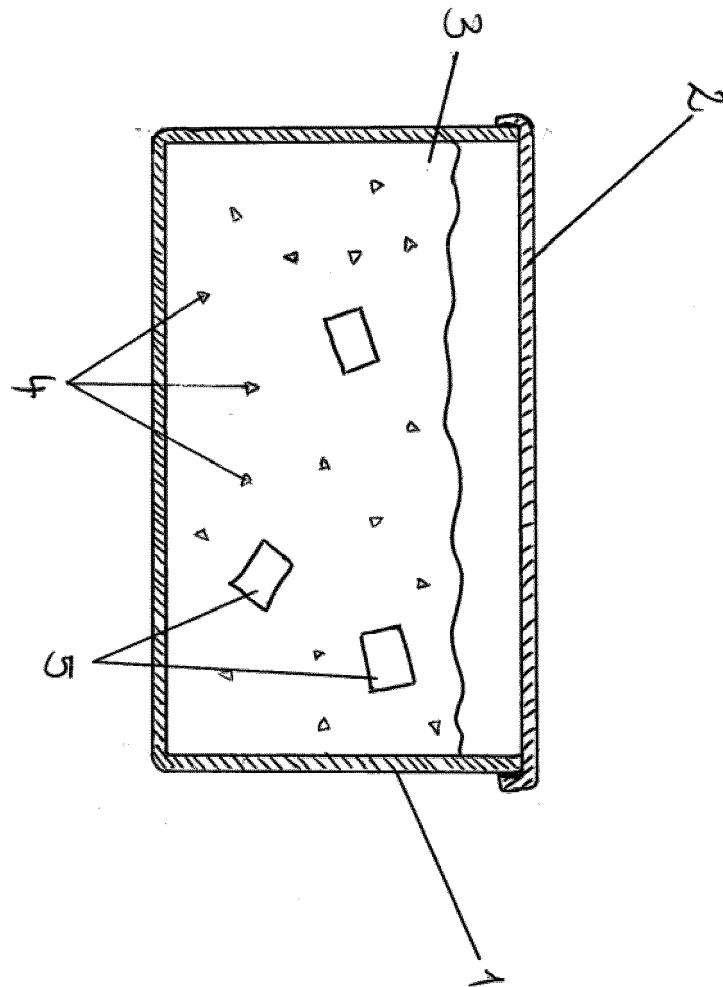
35

40

45

50

55





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 21 16 3149

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 6 418 942 B1 (GRAY DONALD [US] ET AL) 16. Juli 2002 (2002-07-16) * Spalte 1, Zeilen 6-37 * * Spalte 4, Zeile 45 - Spalte 5, Zeile 49 * * Spalte 7, Zeilen 15-45; Abbildungen 1,2 *	1-6,9, 11,12	INV. B23H5/08 B24B1/00 B24B31/00 B24B31/116
X	US 5 746 646 A (SHIBANO YOSHIHIDE [JP]) 5. Mai 1998 (1998-05-05) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-6 * * Spalte 2, Zeile 21 - Spalte 4, Zeile 23 * * Spalte 10, Zeilen 10-64 *	1-12	
X	KR 2005 0069704 A (KIM YOUNG IL [KR]; KIM WOOK BAE [KR] ET AL.) 5. Juli 2005 (2005-07-05) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *	1-6,11, 12	
X	US R E23 657 E (BODINE, JR ALBERT G.) 19. Mai 1953 (1953-05-19) * Spalte 1, Zeilen 43-50 * * Spalte 2, Zeile 7 - Spalte 3, Zeile 3 * * Spalte 3, Zeilen 26-41 * * Spalte 6, Zeilen 42-52 * * Spalte 7, Zeilen 71-75; Abbildungen 1-5 *	1-6,9-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B23H B24D B24B
X	US 2014/083462 A1 (PLAVIDAL RICHARD W [US]) 27. März 2014 (2014-03-27) * Absätze [0055], [0058] - [0061], [0097]; Abbildungen 1-40 *	1-6,9	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. Juli 2021	Prüfer Louter, Petrus
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 21 16 3149

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.

27-07-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 6418942 B1	16-07-2002	KEINE	
15	US 5746646 A	05-05-1998	US 5384989 A US 5746646 A	31-01-1995 05-05-1998
	KR 20050069704 A	05-07-2005	KEINE	
20	US RE23657 E	19-05-1953	KEINE	
	US 2014083462 A1	27-03-2014	US 2014083462 A1 WO 2014052508 A1	27-03-2014 03-04-2014
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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