(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 691 561 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.03.2015 Patentblatt 2015/12

(21) Anmeldenummer: **12703469.2**

(22) Anmeldetag: **20.01.2012**

(51) Int Cl.:
C25D 21/06 *(2006.01)* ***C25D 21/18*** *(2006.01)*
C25D 21/20 *(2006.01)* ***B04C 5/04*** *(2006.01)*
B04C 5/12 *(2006.01)* ***B04C 5/24*** *(2006.01)*
C23C 18/16 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/050853

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/130491 (04.10.2012 Gazette 2012/40)

(54) **ANLAGE FÜR DAS BEHANDELN VON WERKSTÜCKEN MIT EINER PROZESSFLÜSSIGKEIT**

PLANT FOR TREATING WORKPIECES WITH A PROCESS FLUID

INSTALLATION POUR LE TRAITEMENT DE PIÈCES À USINER AVEC UN FLUIDE DE PROCÉDÉ

(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

(30) Priorität: **31.03.2011 DE 102011006616**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.02.2014 Patentblatt 2014/06

(73) Patentinhaber: **Dürr Systems GmbH**
74321 Bietigheim-Bissingen (DE)

(72) Erfinder:
- **WACHOWIAK, Stefanie**
  70191 Stuttgart (DE)
- **KNÜSEL, Christof**
  80799 München (DE)
- **ULMER, Andreas**
  74080 Heilbronn (DE)

(74) Vertreter: **Gauss, Nikolai et al**
Wolf & Lutz Patentanwälte
Hauptmannsreute 93
70193 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 958 699
WO-A1-2007/019601
WO-A2-99/39023
BE-A- 646 220
DE-A1- 3 634 122
GB-A- 704 874
JP-A- 61 041 773
US-A1- 2004 256 235

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 691 561 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anlage für das Behandeln von Werkstücken mit einer Prozessflüssigkeit in einem Werkstück-Applikationsbereich, die ein Leitungssystem für das Umwälzen der Prozessflüssigkeit aufweist und die eine Reinigungseinrichtung für die mittels des Leitungssystems umgewälzte Prozessflüssigkeit enthält, wobei die Reinigungseinrichtung eine über eine Zulauföffnung mit Prozessflüssigkeit beaufschlagte Trennvorrichtung für in der Prozessflüssigkeit mitgeführte Schmutzpartikel enthält, die durch eine über einen Leitungsabschnitt bzw. ein Leitungssystem mit dem WerkstückApplikationsbereich verbundene Überlauföffnung Prozessflüssigkeit abgibt, der Schmutzpartikel, insbesondere Schmutzpartikel mit einer einen charakteristischen Betrag a_{Max} übersteigenden Korngröße G entzogen sind, und die an einer Unterlauföffnung Prozessflüssigkeit bereitstellt, welche die der Prozessflüssigkeit am Überlauf entzogenen Schmutzpartikeln enthält.

[0002] Aus der US 2004/256235 A1 ist eine derartige Anlage bekannt. Diese Anlage ist für das elektrochemische Beschichten einer Zinn-Wismut-Legierung ausgelegt. Darin werden Schmutzpartikel, die sich in der elektrochemischen Prozessflüssigkeit befinden, durch Sedimentation aus der Flüssigkeit getrennt.

[0003] Anlagen für das Behandeln von Werkstücken mit einer Prozessflüssigkeit werden in der industriellen Fertigung insbesondere zum Reinigen, zur Oberflächenbehandlung und Oberflächenveredelung sowie zur Galvanisierung eingesetzt. Weil viele Prozessflüssigkeiten sehr kostspielig sind und deren umweltgerechte Entsorgung häufig aufwändig und schwierig ist, wird die Prozessflüssigkeit in derartigen Anlagen umgewälzt. Es besteht jedoch das Bedürfnis, für das Behandeln der Werkstücke Prozessflüssigkeit zur Verfügung zu stellen, die keine oder allenfalls geringe Verunreinigungen mit Schmutzpartikeln enthält. Solche Schmutzpartikel können über die Werkstücke in die Prozessflüssigkeit eingetragen werden, etwa aufgrund von Abrieb, aber auch aufgrund von Verschmutzungen der Werkstücke z. B. in Form von Ölen, Fetten oder auch Metallspänen. Oft enthält eine Prozessflüssigkeit aber auch inhärent Schmutzpartikel, z. B. Anodenschlamm, Anodenflitter, Abbauprodukte oder auch Schlacke, die beim Auflösen von Metall in Säureoder Laugenbädern in die Prozessflüssigkeit von Galvanikanlagen eingetragen wird. Um Werkstücke in einer Anlage mit Prozessflüssigkeit zu behandeln, in der keinerlei oder allenfalls wenige Schmutzpartikel aufgenommen sind, ist es bekannt, die Prozessflüssigkeit beim Umwälzen in einer Filterstufe zu filtern. Die Prozessflüssigkeit wird durch ein Filter geführt, das die Schmutzpartikel entsprechend ihrer Korngröße an oder in einem Filtermedium zurückhält.

[0004] Wenn das Filtermedium mit Schmutzpartikeln zugesetzt ist, wird es undurchlässig. Das Filtermedium muss dann gereinigt und/oder ausgetauscht werden.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Anlage für das Behandeln von Werkstücken mit umgewälzter Prozessflüssigkeit bereitzustellen, die keine Schmutzpartikel enthält, deren Korngröße einen Schwellwert übersteigt, und die über sehr lange Zeiträume hinweg wartungsarm betrieben werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine Anlage der eingangs genannte Art gelöst, bei der die Trennvorrichtung wenigstens ein Zyklon mit einem Zyklongehäuse aufweist, das einen sich mit Verjüngung in einer Längsrichtung erstreckenden Hohlraum umgibt und das einen Zulauf für tangentiales Einströmen von Flüssigkeit aus dem Leitungssystem hat, die in dem Hohlraum einen Primärwirbel bildet, der aufgrund der Verjüngung des Hohlraums in einen Sekundärwirbel übergeht, welcher durch einen an dem Gehäuse ausgebildeten, durch einen Leitungsabschnitt mit dem Werkstück-Applikationsbereich verbundenen Überlauf aus dem Hohlraum austritt.

[0007] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, in einer Reinigungseinrichtung, durch welche in einer Anlage für das Behandeln von Werkstücken eine Prozessflüssigkeit umgewälzt wird, Schmutzpartikel in der Prozessflüssigkeit in Abhängigkeit ihrer Korngröße zu trennen und auf unterschiedliche Strömungswege der Prozessflüssigkeit aufzuteilen.

[0008] Die Trennvorrichtung ermöglicht, dass die Prozessflüssigkeit zu dem Applikationsbereich durch eine Filterstufe geführt werden kann, welche die bereits abgetrennten Schmutzpartikel nicht ausfiltern muss. Die Folge ist, dass ein Filtermedium in dieser Filterstufe mit weniger Schmutzpartikeln beaufschlagt wird. Der Filterkörper kann dann mit längeren Standzeiten betrieben werden.

[0009] Die Anlage kann insbesondere als Galvanikanlage ausgebildet sein. Bevorzugt wird dem Flüssigkeitsprozessbad die Prozessflüssigkeit über die Reinigungseinrichtung aus einem Löseabteil für das Erzeugen von Prozessflüssigkeit zugeführt, das für das Rückführen von Prozessflüssigkeit mit dem Löseabteil verbunden ist.

[0010] Hier ist es von Vorteil, wenn die Reinigungseinrichtung für die mittels des Leitungssystems umgewälzte Prozessflüssigkeit eine durch einen Leitungsabschnitt der Unterlauföffnung der Trennvorrichtung verbundene Filterstufe für das Ausfiltern von Schmutzpartikeln aus in dem Leitungssystem strömender Flüssigkeit durch Anströmen wenigstens eines Filtermediums aufweist. Dieses Filtermedium hat günstigerweise eine Trennkorngröße, die größer ist die Trennkorngröße des Filtermediums der Filterstufe zwischen der Überlauföffnung der Trennvorrichtung und dem Werkstückapplikationsbereich. Als Filtermedium in den Filterstufen eignet sich z. B. ein Filterbeutel oder eine Filterkerze oder eine Filterplatte.

[0011] In einer bevorzugten Ausführungsform der Anlage gibt es für das Umwälzen der Prozessflüssigkeit in dem Leitungssystem eine Umwälzpumpe. Bevorzugt ist diese Umwälzpumpe mit der Zulauföffnung der Trennvorrichtung verbunden.

[0012] Der Werkstück-Applikationsbereich kann z. B. als Flüssigkeitsprozessbad ausgebildet sein. Insbeson-

dere kann der Werkstück-Applikationsbereich eine Anordnung von Elektroden für das Galvanisieren von Werkstücken in dem Flüssigkeitsprozessbad aufweisen. Dieses Flüssigkeitsprozessbad kann z. B. Natronlauge enthalten, in der metallisches Zink gelöst ist. Für das Galvanisieren von Werkstücken in einem solchen Flüssigkeitsprozessbad ist ein pH-Wert mit pH > 14 und eine Konzentration K_{NaOH} des Natriumhydroxids in dem Flüssigkeitsprozessbad mit 100 g/l < K_{NAOH} < 160g/l und eine Badtemperatur T im Bereich 20°C ≤ T ≤ 45°C von Vorteil.

[0013] Ebenfalls günstig für das Galvanisieren von Werkstücken in Natronlauge ist eine Konzentration K_{NaOH} von Natriumhydroxid in dem Flüssigkeitsprozessbad im Bereich 30 g/l < K_{NaOH} < 100g/l und eine Badtemperatur T, die im Bereich 25°C ≤ T ≤ 85°C liegt.

[0014] Ein für das Zink-Galvanisieren geeignetes Flüssigkeitsprozessbad kann aber auch Kaliumchloridsäure enthalten, in der metallisches Zink gelöst ist. Es hat sich gezeigt, dass hier mit einem Flüssigkeitsprozessbad, das einen pH-Wert mit ph ≈ 5 hat und eine Kaliumchloridkonzentration K_{KaCl} mit 250 g/l < K_{KaCl} aufweist, bei einer Arbeitstemperatur T im Bereich 50°C ≤ T ≤ 50°C qualitativ hochwertige Zinkoberflächen erzeugt werden können.

[0015] Um das Umwälzen großer Mengen von Reinigungsflüssigkeit zu ermöglichen, ist es von Vorteil, wenn in der Reinigungseinrichtung mehrere Zyklone mit einem Zyklongehäuse angeordnet sind, das einen sich mit Verjüngung in einer Längsrichtung erstreckenden Hohlraum umgibt und das einen Zulauf für tangentiales Einströmen von Flüssigkeit aus dem Leitungssystem hat, die in dem Hohlraum einen Primärwirbel bildet, der aufgrund der Verjüngung des Hohlraums in einen Sekundärwirbel übergeht, welcher durch einen an dem Gehäuse ausgebildeten, durch einen Leitungsabschnitt mit der Filterstufe verbundenen Überlauf aus dem Hohlraum austritt.

[0016] Die Korrosion von Baugruppen der Reinigungseinrichtung durch saure oder alkalische Prozessflüssigkeit lässt sich unterbinden, indem die Prozessflüssigkeit in der Anlage durch Baugruppen geführt wird, die wenigstens teilweise aus Kunststoff bestehen oder mit Kunststoff oder Gummi beschichtet sind. Als säure- und/oder laugebeständiger Kunststoff eignet sich insbesondere mit Zinkphosphat und/oder Titandioxid und/oder Eisenoxidpigmenten versetztes Epoxidharz oder auch Polypropylen.

[0017] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in der Zeichnung in schematischer Weise dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0018] Es zeigen

Fig. 1 eine Anlage mit Reinigungseinrichtung für das Behandeln von Werkstücken mit einer mehrere Zyklone aufweisenden Trennvorrichtung enthält; und

Fig. 2 die Trennkurve eines Zyklons in der Reinigungseinrichtung.

[0019] Die Fig. 1 zeigt eine Anlage 10 für das Behandeln von Werkstücken 12 mit einer Prozessflüssigkeit 14. Die Anlage 10 ist eine Galvanikanlage. In der Galvanikanlage 10 können die Werkstücke 12 verzinkt werden. Hierzu sind die Werkstücke 12 in einem Flüssigkeitsprozessbad 16 angeordnet. Das Flüssigkeitsprozessbad 16 ist mit Natronlauge als Prozessflüssigkeit befüllt, in der metallisches Zink gelöst ist. Die Galvanikanlage 10 hat eine Stromquelle 18. Der positive Pol der Stromquelle 18 ist an eine in die Prozessflüssigkeit eintauchende Elektrode 22 angeschlossen, die als Anode wirkt. Der negative Pol 24 der Stromquelle 18 ist an die Werkstücke 12 angeschlossen. Die Werkstücke 12 in der Prozessflüssigkeit wirken als Elektroden. Diese Elektroden fungieren als Katode. Bei Betrieb der Stromquelle 18 wird das in der Prozessflüssigkeit 14 gelöste metallische Zink an der Oberfläche 26 der Werkstücke 12 angelagert.

[0020] In der Anlage 10 gibt es ein Löseabteil 32. Das Löseabteil 32 ist ein von dem Flüssigkeitsprozessbad 16 getrenntes Flüssigkeitsbad. In dem Flüssigkeitsprozessbad wird metallisches Zink 33, welches an den Werkstücken 12 abgeschieden werden soll, in der Prozessflüssigkeit 14 gelöst. Dabei werden Schmutzpartikel 87 in Form von Schlacke in die Prozessflüssigkeit 14 eingetragen.

[0021] Um beim Galvanisieren der Werkstücke 12 in der Prozessflüssigkeit 14 eine hohe Oberflächengüte zu erreichen, darf die Prozessflüssigkeit 14 in dem Prozessbad 16 keine Schmutzpartikel 86, 87 enthalten. Wenn sich zu viele Schmutzpartikel 86, 87 in der Prozessflüssigkeit 14 im Flüssigkeitsbad 16 befinden, hat die auf den Werkstücken 12 beim Galvanisieren einwirkende Zinkschicht eine unerwünschte Rauhigkeit.

[0022] Aus dem Löseabteil 32 wird die Prozessflüssigkeit 14 mit dem darin gelösten Zink durch eine Reinigungseinrichtung 30 in das Prozessbad 16 geführt. Das Leitungssystem 28 enthält eine Umwälzpumpe 34. Damit wird die Prozessflüssigkeit 14 durch die Reinigungseinrichtung 30 umgewälzt. Das Flüssigkeitsvolumen in dem Flüssigkeitsprozessbad 16 wird so innerhalb einer Stunde zwischen zwei- und dreimal durch die Reinigungsvorrichtung 30 geführt. Mit der Umwälzpumpe 34 wird die Prozessflüssigkeit 14 durch die Reinigungseinrichtung 30 bewegt. Die Reinigungseinrichtung 30 enthält eine Trennvorrichtung 58 mit mehreren Zyklonen 36. Die Trennvorrichtung 58 hat eine Zulauföffnung 88. Durch diese Zulauföffnung 88 wird der Trennvorrichtung 58 Prozessflüssigkeit 14 zugeführt, die Schmutzpartikel 86 enthält. Die Trennvorrichtung 58 hat eine Überlauföffnung 90. Durch diese Überlauföffnung 90 gibt die Trennvorrichtung 58 Prozessflüssigkeit 14 ab, aus der insbesondere Schmutzpartikel 87 abgetrennt sind, die eine einen charakteristischen Betrag a_{Max} übersteigende Korngröße G haben. Diese abgetrennten Schmutzpartikel 87 werden mit Prozessflüssigkeit über eine Unterlauföffnung 92 der Trennvorrichtung 58 durch das Leitungssys-

tem 28 dem Löseabteil 32 der Anlage 10 wieder zugeführt.

[0023] Ein jeder Zyklon 36 besteht aus für Natronlauge chemisch resistentem Kunststoffmaterial. Jeder Zyklon hat ein Zyklongehäuse 38. Das Zyklongehäuse 38 umgibt einen sich verjüngenden Hohlraum, der sich in eine Längsrichtung 40 erstreckt. Das Zyklongehäuse 38 hat einen Zulauf 44. Der Zulauf 44 mündet mit einer Öffnung 46 in den Hohlraum 42. Die mit der Umwälzpumpe 34 in dem System 28 entsprechend der Strömungsrichtung 48 umgewälzte Prozessflüssigkeit 14 wird in den Hohlraum 42 tangential eingeströmt. In dem Hohlraum 42 entsteht dabei ein Außenwirbel 50, der aufgrund der Verjüngung des Hohlraums 42 in einen Innnenwirbel 52 übergeht. Der Innenwirbel 52 tritt durch einen an dem Gehäuse 38 ausgebildeten Überlauf 54 aus dem Hohlraum 42 aus. In dem Zyklongehäuse 38 gibt es eine Unterlauföffnung 56. Die Zyklone 36 sind in einem Behälter 57 der Trennvorrichtung 58 angeordnet. Der Behälter 57 besteht aus Edelstahl. Er weist ein trichterförmiges Bodenabteil 60, ein Mittelabteil 62 und ein Deckenabteil 64 auf. Die Unterlauföffnung 56 eines jeden Zyklons 36 mündet in das Bodenabteil 60. Der Überlauf 54 eines jeden Zyklongehäuses 38 hat eine in dem Deckenabteil 64 liegende Öffnung.

[0024] Die Reinigungseinrichtung 30 enthält eine erste Filterstufe 66 und eine zweite Filterstufe 68 für das Ausfiltern von Schmutzpartikeln aus der Prozessflüssigkeit 14. Die zweite Filterstufe 68 befindet sich in einem Leitungsabschnitt 33 des Leitungssystems 28 zwischen dem Löseabteil 32 und dem Trennvorrichtung 58. Das Deckenabteil 64 des Behälters 58 ist mit der ersten Filterstufe 66 verbunden. Der Filterstufe 66 wird somit die Prozessflüssigkeit 14 aus dem jeweiligen Überlauf 54 eines Zyklongehäuses 38 zugeführt. Das Bodenteil 60, das Mittelteil 62 und das Deckenabteil 64 sind mit Schicht aus Keramikpartikeln 65 beschichtet. Das bewirkt, dass der Behälter 57 nicht korrodieren kann. Außerdem gewährleistet diese Beschichtung 65, dass die Behälterwandung vor Abrasion durch in der Prozessflüssigkeit mitgeführte Schmutzpartikel 86, 87 geschützt ist. Es sei bemerkt, dass eine chemische Resistenz und ein Schutz der Wandung des Behälters 57 vor Abrasion auch durch Vernickeln oder Plasmabeschichten erzielt werden kann.

[0025] Das Bodenabteil 60 des Behälters 58 ist mit der zweiten Filterstufe 68 verbunden. Für Wartungsarbeiten ist den Filterstufen 66, 68 jeweils ein Bypassabschnitt 70, 72 mit Absperrventilen 71, 73, 74, 76, 78, 80 zugeordnet.

[0026] Das Leitungssystem 28 in der Anlage 10 enthält einen Leitungsabschnitt 82, über den die Prozessflüssigkeit 14 aus dem Prozessbade 16 in das Löseabteil 32 zurückströmen kann.

[0027] Das in der Prozessflüssigkeit 16 gelöste Zink wird mit der Prozessflüssigkeit 14 und den darin mitgeführten Schmutzpartikeln 86, 87 durch die Reinigungseinrichtung 30 geleitet. Dabei werden in einem jeden Zyklon 36 der Reinigungseinrichtung die Schmutzpartikel 86, 87 nach ihrer Korngröße G separiert. Schmutzpartikel 87 mit großem Korndurchmesser werden in einem Zyklon 36 unter Einwirkung der Fliehkraft in dem Außenwirbel 50 nach außen getragen und durch den sich verjüngenden Hohlraum 42 in dem Zyklongehäuse 38 zu der Unterlauföffnung 56 bewegt. Schmutzpartikel 86 mit kleinem Korndurchmesser werden in dem Zyklon 36 mit dem Innenwirbel 52 aufgenommen. Sie gelangen mit der Prozessflüssigkeit 14 zu dem Überlauf 54 eines Zyklons 36.

[0028] Die Fig. 2 zeigt mit der Kurve 100 die Separationseffizienz $S = \frac{\rho_U(G)}{\rho_Z(G)}$ und mit der Kurve 102 die Durchlässigkeit $D = \frac{\rho_{UE}(G)}{\rho_Z(G)}$, wobei $\rho_z(G)$ die Schmutzpartikel-Konzentrationsdichte für Schmutzpartikel 86, 87 mit einer Korngröße G an dem Zulauf 44 eines Zyklons 36 in der Trennvorrichtung 58 ist, und $\rho_U(G)$ bzw. $\rho_{UE}(G)$ die Schmutzpartikel-Konzentrationsdichte für Schmutzpartikel 86, 87 mit einer Korngröße G an dem Unterlauf 56 bzw. dem Überlauf 54 eines Zyklons 36 ist. Mittels der Zyklone 36 in der Trennvorrichtung 58 werden die in der Prozessflüssigkeit 14 mitgeführten Schmutzpartikel 86, 87 in Abhängigkeit ihres Korndurchmessers G separiert. Die Trennkorngröße a_K der Zyklone 36 beträgt etwa 15μm. Schmutzpartikel, deren Korngröße G den Betrag a_{Max} übersteigt, gelangen nicht zu der Filterstufe 66. Die Filterstufe 66 enthält somit nur Schmutzpartikel, die einen relativ kleinen Korndurchmesser haben. Die Filterstufe 68 dagegen wird mit Prozessflüssigkeit 14 beaufschlagt, die Schmutzpartikel 87 enthält, deren Korngröße G größer ist als die Korngröße a_{Max} und in der es dafür aber relativ wenige Schmutzpartikel mit einer kleinen Korngröße gibt.

[0029] Die Filterstufen 66, 68 enthalten deshalb ein Filtermedium 67, 69 mit einer unterschiedlichen Trennkorngröße. Für die Trennkorngröße K_1 des Filtermediums 67 in der ersten Filterstufe 66 gilt: $K_1 \approx 5\mu$m. Für die Trennkorngröße K_2 der zweiten Filterstufe 68 gilt: $K_2 \approx 30\mu$m >> K_1. Als Filtermedium in den Filterstufen 66, 68 eignen sich insbesondere Filterplatten, Filterbeutel oder Filterkerzen.

[0030] Die Trenngröße K_1 des Filtermediums 67 der Filterstufe 66 gewährleistet, dass in das Flüssigkeitsprozessbad 16 über das Leitungssystem 28 für die Prozessflüssigkeit 14 keine Schmutzpartikel 86 geführte werden, deren Korngröße G den Wert G = K_1 überschreitet. Das heißt, Schmutzpartikel mit einem Durchmesser G > K_1 werden in dem Filterkörper 67 der Filterstufe 66 zurückgehalten.

[0031] Die Trennvorrichtung 58 in der Reinigungseinrichtung 30 bewirkt das kontinuierliche Umwälzen von Prozessflüssigkeit 14 aus dem Löseabteil 32 durch die zweite Filterstufe 68. Weil die Trennkorngröße K_2 des Filtermediums 69 der zweiten Filterstufe 68 dagegen ver-

gleichsweise groß ist, werden hier nur Schmutzpartikel 87 mit einer Korngröße G zurückgehalten, welche die Trennkorngröße K_2 übersteigt. Die erste Filterstufe 66 erhält nur wenige Schmutzpartikel mit großem Korndurchmesser. Sie kann deshalb sehr lange betrieben werden, ohne dass das Filtermedium 67 gereinigt oder ausgetauscht werden muss. In der zweiten Filterstufe 68 hat Filtermedium 69 eine große Trennkorngröße, so dass es durch Schmutzpartikel mit vergleichsweise kleiner Korngröße nicht zugesetzt wird. Auch die zweite Filterstufe 68 kann daher lange betrieben werden, bis eine Reinigung oder ein Austausch des Filtermediums 69 erforderlich ist.

[0032] Zusammenfassend sind folgende bevorzugte Merkmale festzuhalten: Eine Anlage für das Behandeln von Werkstücken 12 mit einer Prozessflüssigkeit 14 hat einen Werkstück-Applikationsbereich 16. Die Anlage 10 enthält ein Leitungssystem 28 für das Umwälzen der Prozessflüssigkeit 17, die in dem Werkstück-Applikationsbereich 16 verwendet wird. In der Anlage 10 gibt es eine Reinigungseinrichtung 30 für die mittels des Leitungssystems 29 umgewälzte Prozessflüssigkeit 14. Die Reinigungseinrichtung 30 enthält eine über eine Zulauföffnung 88 mit Prozessflüssigkeit 14 beaufschlagte Trennvorrichtung 58 für in der Prozessflüssigkeit 14 mitgeführte Schmutzpartikel 86. Die Trennvorrichtung 58 gibt durch eine über einen Leitungsabschnitt 28 mit dem Werkstück-Applikationsbereich 16 verbundene Überlaufflüssigkeit 14 ab, der Schmutzpartikel, insbesondere Schmutzpartikel 86 mit einer einen charakteristischen Betrag a_{Max} übersteigenden Korngröße G entzogen sind. An einer Unterlauföffnung 92 stellt die Trennvorrichtung 58 Prozessflüssigkeit 14 bereit, welche die der Prozessflüssigkeit 14 am Überlauf entzogenen Schmutzpartikeln 86 enthält.

Patentansprüche

1. Anlage (10) für das Behandeln von Werkstücken (12) mit einer Prozessflüssigkeit (14)
   mit einem Werkstück-Applikationsbereich (16);
   mit einem Leitungssystem (28) für das Umwälzen von Prozessflüssigkeit (14), die in dem Werkstück-Applikationsbereich (16) verwendet wird; und
   mit einer Reinigungseinrichtung (30) für die mittels des Leitungssystems (28) umgewälzte Prozessflüssigkeit (14),
   wobei die Reinigungseinrichtung (30) eine über eine Zulauföffnung (88) mit Prozessflüssigkeit (14) beaufschlagte Trennvorrichtung (58) für in der Prozessflüssigkeit (14) mitgeführte Schmutzpartikel (86) enthält, die durch eine über einen Leitungsabschnitt (29) bzw. ein Leitungssystem (28) mit dem Werkstück-Applikationsbereich (16) verbundene Überlauföffnung (90) Prozessflüssigkeit (14) abgibt, der Schmutzpartikel (86), insbesondere Schmutzpartikel (86) mit einer einen charakteristischen Betrag a_{Max} übersteigenden Korngröße G entzogen sind, und die an einer Unterlauföffnung (92) Prozessflüssigkeit (14) bereitstellt, welche die der Prozessflüssigkeit (14) am Überlauf entzogenen Schmutzpartikeln (86) enthält,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   die Trennvorrichtung (58) wenigstens ein Zyklon (36) mit einem Zyklongehäuse (38) aufweist, das einen sich mit Verjüngung in einer Längsrichtung erstreckenden Hohlraum (42) umgibt und das einen Zulauf (44) für tangentiales Einströmen von Flüssigkeit (14) aus dem Leitungssystem (28) hat, die in dem Hohlraum (42) einen Primärwirbel (50) bildet, der aufgrund der Verjüngung des Hohlraums (42) in einen Sekundärwirbel (52) übergeht, welcher durch einen an dem Gehäuse (38) ausgebildeten, durch einen Leitungsabschnitt mit dem Werkstück-Applikationsbereich (16) verbundenen Überlauf (54) aus dem Hohlraum (42) austritt.

2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reinigungseinrichtung (30) eine Filterstufe (66) für das Ausfiltern von Schmutzpartikeln (87) aus in dem Leitungsabschnitt (29) strömender Prozessflüssigkeit (14) durch Anströmen wenigstens eines für die Prozessflüssigkeit durchlässigen Filtermediums (67) aufweist.

3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Werkstück-Applikationsbereich (16) die Prozessflüssigkeit (14) über die Reinigungseinrichtung (30) aus einem Löseabteil (32) für das Erzeugen von Prozessflüssigkeit (14) zugeführt wird, wobei der Werkstück-Applikationsbereich (16) für das Rückführen von Prozessflüssigkeit (14) mit dem Löseabteil (32) verbunden ist.

4. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reinigungseinrichtung (30) für die mittels des Leitungssystems (28) umgewälzte Prozessflüssigkeit (14) eine durch einen Leitungsabschnitt (31) mit der Unterlauföffnung (92) der Trennvorrichtung (58) verbundene Filterstufe (68) für das Ausfiltern von Schmutzpartikeln (87) aus in dem Leitungssystem (28) strömender Flüssigkeit durch Anströmen wenigstens eines Filtermediums (69) aufweist.

5. Anlage nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennkorngröße des Filtermediums (69) größer ist als die Trennkorngröße des Filtermediums einer in einem die Überlauföffnung (90) mit dem Werkstück-Applikationsbereich (16) verbindenden Leitungsabschnitt (29) angeordnete Filterstufe (66).

6. Anlage nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Filtermedium (67, 69) einen Filterbeu-

tel oder eine Filterkerze oder eine Filterplatte umfasst.

7. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Leitungssystem (28) eine Umwälzpumpe (34) mit einem Ablaufanschluss (35) angeordnet ist, der mit der Zulauföffnungen (88) der Trennvorrichtung (58) verbunden ist.

8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstück-Applikationsbereich als Flüssigkeitsprozessbad (16) ausgebildet ist.

9. Anlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstück-Applikationsbereich (16) eine Einrichtung (19, 20, 22, 24) für das Galvanisieren von Werkstücken (12) in dem Flüssigkeitsprozessbad (16) umfasst.

10. Anlage nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Flüssigkeitsprozessbad (16) Natronlauge enthält, in der metallisches Zink gelöst ist, insbesondere Natronlauge mit einem pH-Wert pH > 14, und einer Konzentration K_{NaOH} von Natriumhydroxid in dem Bereich 100 g/l < K_{NaOH} < 160g/l und einer in dem Temperaturbereich 20°C ≤ T ≤ 45°C liegenden Temperatur T oder auch Natronlauge mit einer Konzentration K_{KaCl} von Natriumhydroxid in dem Bereich 30 g/l < K_{NaOH} < 100g/l und einer in dem Temperaturbereich 25°C ≤ T ≤ 85°C liegenden Temperatur T.

11. Anlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Flüssigkeitsprozessbad (16) Säure enthält, in der metallisches Zink gelöst ist, insbesondere Säure mit einer Temperatur T im Bereich 25°C < T < 50°C und mit einem pH-Wert von pH ≈ 5, in der Kaliumchlorid gelöst ist, wobei für die Konzentration K_{KaCl} von Kaliumchlorid in dem Fllüssigkeitsprozessbad gilt: 250 g/l < K_{KaCl}.

12. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reinigungseinrichtung (30) mehrere Zyklone (36) mit einem Zyklongehäuse (38) enthält, das einen sich mit Verjüngung in einer Längsrichtung erstreckenden Hohlraum (42) umgibt und das einen Zulauf (44) für tangentiales Einströmen von Flüssigkeit (14) aus dem Leitungssystem (28) hat, die in dem Hohlraum (42) einen Primärwirbel (50) bildet, der aufgrund der Verjüngung des Hohlraums (42) in einen Sekundärwirbel (52) übergeht, welcher durch einen an dem Gehäuse (38) ausgebildeten, durch einen Leitungsabschnitt mit der Filterstufe (66) verbundenen Überlauf (54) aus dem Hohlraum (42) austritt.

13. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prozessflüssigkeit (14) durch eine oder mehrere Baugruppen (28, 36, 57) geführt ist, die wenigstens teilweise aus säure- und/oder laugebeständigem Kunststoff, insbesondere aus Polypropylen und/oder aus Keramik bestehen und/oder mit Kunststoff und/oder mit Keramikpartikeln beschichtet sind und/oder wenigstens teilweise vernickelt sind.

14. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prozessflüssigkeit (14) durch eine oder mehrere Baugruppen (28, 36, 57) geführt ist, die wenigstens teilweise mit Kunststoff aus mit Zinkphosphat und/oder Titandioxid und/oder Eisenoxidpigmenten versetztem Epoxidharz oder mit Gummi beschichtet sind.

Claims

1. Plant (10) for treating workpieces (12) with a process fluid (14),
having a workpiece application region (16),
having a line system (28) for circulating process fluid (14) which is used in the workpiece application region (16); and
having a cleaning installation (30) for the process fluid (14) which is circulated by means of the line system (28),
wherein the cleaning installation (30) contains a separating device (58) for dirt particles (86) which are entrained in the process fluid (14), which separating device (58) is impinged with process fluid (14) via an inlet opening (88) and which by way of an overflow opening (90) which is connected via a line portion (29) or a line system (28), respectively, to the workpiece application region (16) discharges process fluid (14) from which dirt particles (86), in particular dirt particles (86) having a grain size G which exceeds a characteristic amount a_{Max}, have been extracted, and which separating device (58) at an underflow opening (92) makes available process fluid (14) which contains the dirt particles (86) which have been extracted from the process fluid (14) at the overflow,
characterized in that
the separating device (58) includes at least one cyclone (36) having a cyclone housing (38) which surrounds a hollow space (42) which, having a diminution, extends in a longitudinal direction and which has an inlet (44) for a tangential inflow of fluid (14) from the line system (28), which fluid (14) in the hollow space (42) forms a primary vortex (50) which, on account of the diminution of the hollow space (42), transitions into a secondary vortex (52) which exits from the hollow space (42) through an overflow (54) which is configured on the housing (38) and is connected by way of a line portion to the workpiece ap-

plication region (16).

2. Plant according to Claim 1, **characterized in that** the cleaning installation (30) includes a filter stage (66) for filtering out dirt particles (87) from process fluid (14) flowing in the line portion (29) by way of an incident flow to at least one filter medium (67) which is permeable to the process fluid.

3. Plant according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the workpiece application region (16) is supplied with the process fluid (14) via the cleaning installation (30) from a dissolution compartment (32) for producing process fluid (14), the workpiece application region (16), for the return of process fluid (14), being connected to the dissolution compartment (32).

4. Plant according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** for the process fluid (14) which is circulated by means of the line system (28) the cleaning installation (30) includes a filter stage (68), which is connected by way of a line portion (31) to the underflow opening (92) of the separating device (58), for filtering out dirt particles (87) from the fluid flowing in the line system (28) by way of an incident flow to at least one filter medium (69).

5. Plant according to Claim 4, **characterized in that** the separated-grain size of the filter medium (69) is larger than the separated-grain size of the filter medium of a filter stage (66) which is disposed in a line portion (29) connecting the overflow opening (90) to the workpiece application region (16).

6. Plant according to Claim 5, **characterized in that** the filter medium (67, 69) comprises a filter bag or a filter candle or a filter plate.

7. Plant according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** a circulation pump (34) having an outlet connector (35) is disposed in the line system (28), which circulation pump (34) is connected to the inlet openings (88) of the separating device (58).

8. Plant according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the workpiece application region is configured as a fluid-process bath (16).

9. Plant according to Claim 8, **characterized in that** the workpiece application region (16) comprises an installation (19, 20, 22, 24) for galvanizing workpieces (12) in the fluid-process bath (16).

10. Plant according to Claim 8 or 9, **characterized in that** the fluid-process bath (16) contains a caustic lye of soda in which metallic zinc is dissolved, in particular a caustic lye of soda having a pH value pH > 14 and a concentration K_{NaOH} of sodium hydroxide in the range 100 g/l < K_{NaOH} < 160 g/l and a temperature T which is in the temperature range 20°C ≤ T ≤ 45°C or else a caustic lye of soda having a concentration K_{NaOH} of sodium hydroxide in the range 30 g/l < K_{NaOH} < 100 g/l and a temperature T which is in the temperature range 25°C ≤ T ≤ 85°C.

11. Plant according to Claim 9, **characterized in that** the fluid-process bath (16) contains acid in which metallic zinc is dissolved, in particular acid having a temperature T in the range 25 °C < T < 50 °C and a pH value of pH ≈ 5 in which potassium chloride is dissolved, wherein 250 g/l < K_{KaCl} applies to the concentration K_{KaCl} of potassium chloride in the fluid-process bath.

12. Plant according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** the cleaning installation (30) contains a plurality of cyclones (36) having a cyclone housing (38) which surrounds a hollow space (42) which, having a diminution, extends in a longitudinal direction and which has an inlet (44) for a tangential inflow of fluid (14) from the line system (28), which fluid (14) in the hollow space (42) forms a primary vortex (50) which, on account of the diminution of the hollow space (42) transitions into a secondary vortex (52) which exits from the hollow space (42) through an overflow (54) which is configured on the housing (38) and is connected by way of a line portion to the workpiece application region (16).

13. Plant according to one of Claims 1 to 12, **characterized in that** the process fluid (14) is conducted through one or more functional groups (28, 36, 57) which are at least in part composed of an acid-resistant and/or alkali-resistant plastic, in particular of polypropylene, and/or of ceramic and/or are coated with plastic and/or with ceramic particles and/or are at least in part nickel-plated.

14. Plant according to one of Claims 1 to 13, **characterized in that** the process fluid (14) is conducted through one or more functional groups (28, 36, 57) which at least in part are coated with a plastic of epoxy resin which has zinc phosphate and/or titanium oxide and/or iron oxide pigments added thereto or with rubber.

Revendications

1. Installation (10) pour le traitement de pièces à usiner (12) avec un liquide de processus (14), comprenant une zone d'application de la pièce (16) ;
un système de conduite (28) pour la mise en circulation du liquide de processus (14) qui est utilisé dans la zone d'application de la pièce (16) ; et
un dispositif de nettoyage (30) pour le liquide de pro-

cessus (14) mis en circulation au moyen du système de conduite (28),
le dispositif de nettoyage (30) présentant un dispositif de séparation (58), sollicité avec du liquide de processus (14) par le biais d'une ouverture d'entrée (88), pour des particules de saleté (86) entraînées dans le liquide de processus (14), lequel dispositif de séparation délivre du liquide de processus (14) par une ouverture d'écoulement supérieure (90) connectée par le biais d'une portion de conduite (29) ou par le biais d'un système de conduite (28) à la zone d'application de la pièce (16), duquel liquide de processus des particules de saleté (86), en particulier des particules de saleté (86) ayant une taille de particules (G) dépassant une valeur caractéristique a_{Max}, sont extraites, et qui fournit le liquide de processus (14) au niveau d'une ouverture d'écoulement inférieure (92), qui contient les particules de saleté (86) extraites du liquide de processus (14) au niveau de l'écoulement supérieur,
caractérisée en ce que
le dispositif de séparation (58) présente au moins un cyclone (36) avec un boîtier de cyclone (38) qui entoure une cavité (42) s'étendant en se rétrécissant dans une direction longitudinale et qui comprend une entrée (44) pour l'afflux tangentiel de liquide (14) provenant du système de conduite (28), qui forme dans la cavité (42) un tourbillon primaire (50) qui se prolonge du fait du rétrécissement de la cavité (42) en un tourbillon secondaire (52) qui sort de la cavité (42) à travers un écoulement supérieur (54) réalisé au niveau du boîtier (38) et connecté par le biais d'une portion de conduite à la zone d'application de la pièce (16).

2. Installation selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le dispositif de nettoyage (30) présente un étage de filtre (66) pour l'élimination par filtrage de particules de saleté (87) hors du liquide de processus (14) s'écoulant dans la portion de conduite (29) par afflux sur au moins un milieu filtrant (67) perméable au liquide de processus.

3. Installation selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le liquide de processus (14) est acheminé à la zone d'application de la pièce (16) par le biais du dispositif de nettoyage (30) depuis un compartiment de libération (32) pour la production du liquide de processus (14), la zone d'application de la pièce (16) étant connectée au compartiment de libération (32) pour la recirculation du liquide de processus (14).

4. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le dispositif de nettoyage (30) pour le liquide de processus (14) mis en circulation au moyen du système de conduite (28) présente un étage de filtre (68) connecté par une portion de conduite (31) à l'ouverture d'écoulement inférieure (92) du dispositif de séparation (58) pour l'élimination par filtrage de particules de saleté (87) hors du liquide s'écoulant dans le système de conduite (28) par afflux sur au moins un milieu filtrant (69).

5. Installation selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la taille de particules de séparation du milieu filtrant (69) est supérieure à la taille des particules de séparation du milieu filtrant d'un étage de filtre (66) disposé dans une portion de conduite (29) reliant l'ouverture d'écoulement supérieure (90) à la zone d'application de la pièce (16).

6. Installation selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le milieu filtrant (67, 69) comprend un sachet filtrant ou une bougie filtrante ou une plaque filtrante.

7. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** dans le système de conduite (28) est disposée une pompe de recirculation (34) avec un raccord d'écoulement (35) qui est connecté à l'ouverture d'entrée (88) du dispositif de séparation (58).

8. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** la zone d'application de la pièce est réalisée sous forme de bain de processus liquide (16).

9. Installation selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** la zone d'application de la pièce (16) comprend un dispositif (19, 20, 22, 24) pour l'électroplacage de pièces (12) dans le bain de processus liquide (16).

10. Installation selon la revendication 8 ou 9, **caractérisée en ce que** le bain de processus liquide (16) contient une solution d'hydroxyde de sodium dans laquelle est dissous du zinc métallique, en particulier une solution d'hydroxyde de sodium avec une valeur pH pH > 14, et une concentration K_{NaOH} d'hydroxyde de sodium dans la plage de 100 g/l < K_{NaOH} < 160 g/l et une température T située dans la plage de température 20°C ≤ T ≤ 45°C ou également une solution d'hydroxyde de sodium ayant une concentration K_{NaOH} d'hydroxyde de sodium dans la plage de 30 g/l < K_{NaOH} < 100 g/l et une température T située dans la plage de température 25°C ≤ T ≤ 85°C.

11. Installation selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** le bain de processus liquide (16) contient de l'acide, dans lequel est dissous du zinc métallique, en particulier de l'acide à une température T dans la plage de 25°C < T < 50°C et ayant une valeur pH de pH ≈ 5, dans laquelle est dissous du chlorure

de potassium, et pour la concentration K_{KaCl} de chlorure de potassium dans le bain de processus liquide, on a : 250 g/l < K_{KaCl} .

12. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisée en ce que** le dispositif de nettoyage (30) contient plusieurs cyclones (36) avec un boîtier de cyclone (38) qui entoure une cavité (42) s'étendant en se rétrécissant dans une direction longitudinale et qui comprend une entrée (44) pour l'afflux tangentiel de liquide (14) provenant du système de conduite (28), qui forme un tourbillon primaire (50) dans la cavité (42), lequel, du fait du rétrécissement de la cavité (42), se prolonge par un tourbillon secondaire (52) qui sort de la cavité (42) à travers un écoulement supérieur (54) réalisé au niveau du boîtier (38) et connecté à l'étage de filtre (66) par une portion de conduite.

13. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisée en ce que** le liquide de processus (14) est guidé à travers un ou plusieurs modules (28, 36, 57) qui se composent au moins en partie de matière plastique résistant aux acides et/ou à la soude, en particulier de polypropylène et/ou de céramique, et/ou qui sont revêtus de matière plastique et/ou de particules de céramique et/ou qui sont au moins en partie nickelés.

14. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisée en ce que** le liquide de processus (14) est guidé à travers un ou plusieurs modules (28, 36, 57) qui sont revêtus au moins en partie de matière plastique constituée de phosphate de zinc et/ou de dioxyde de titane et/ou de pigments d'oxyde de fer ajoutés à de la résine époxy ou de caoutchouc.

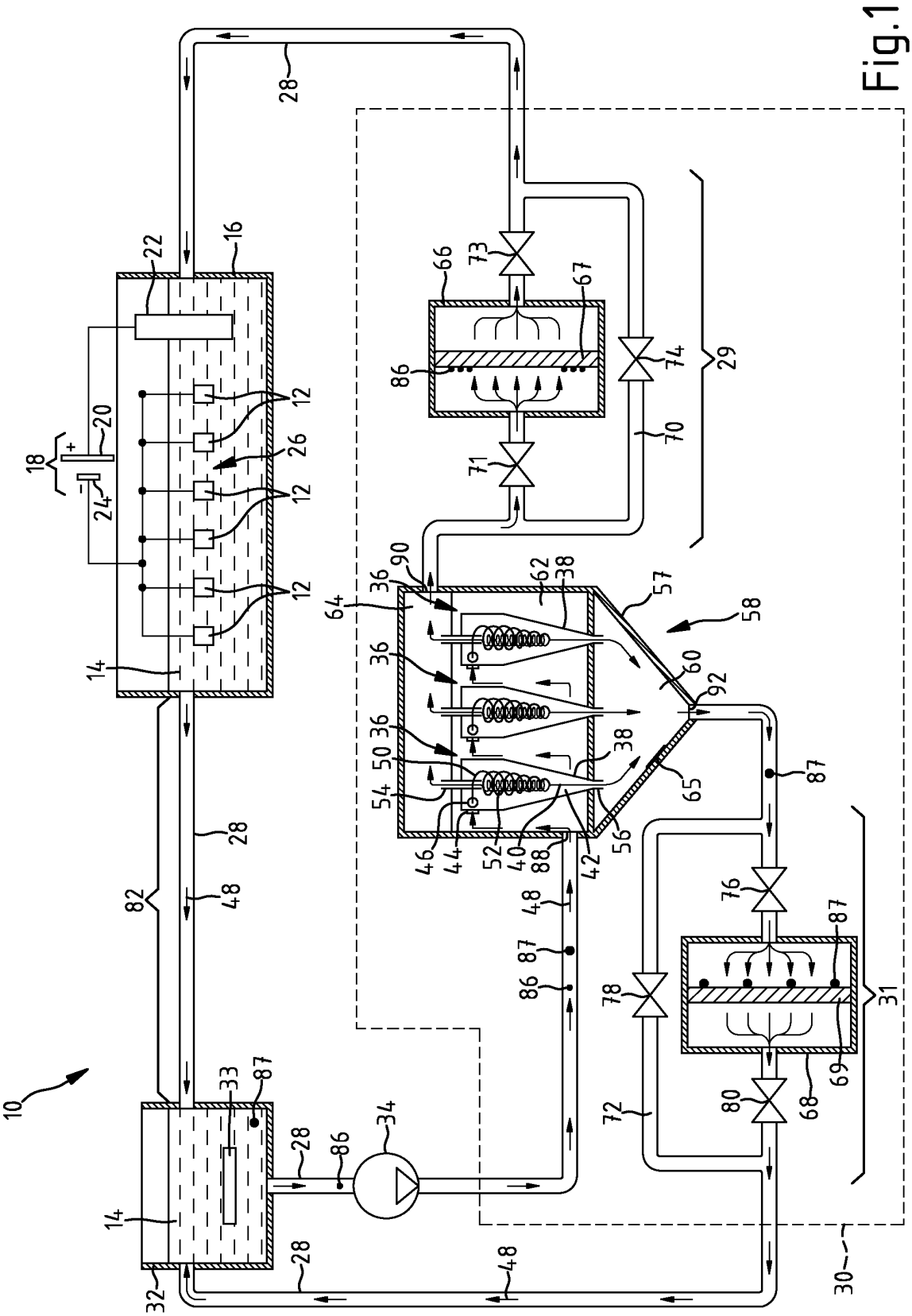

10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
29
30
31
32
33
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
54
56
57
58
60
62
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
76
78
80
82
86
87
88
90
92

Fig.1

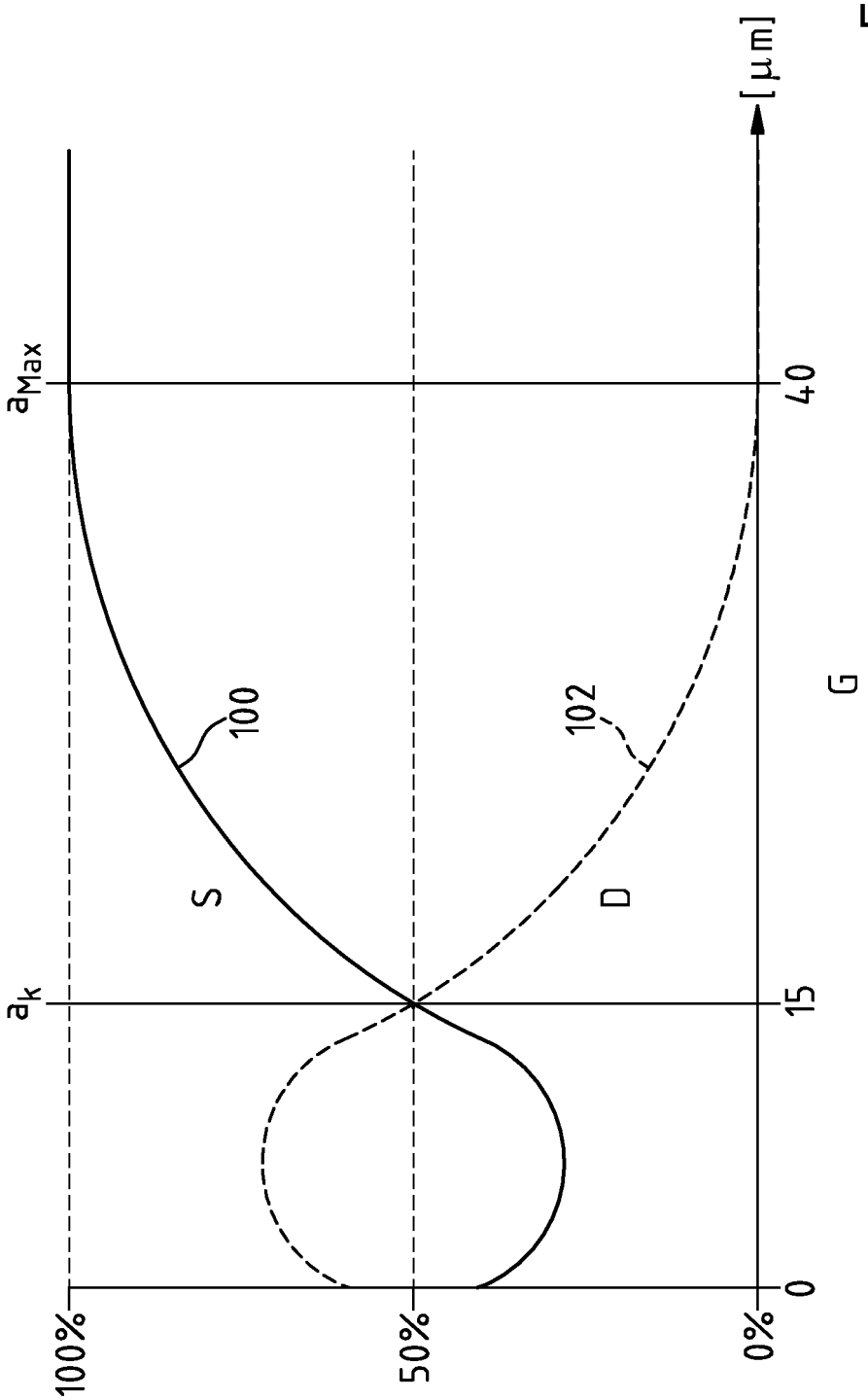


Fig.2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 2004256235 A1 **[0002]**