



(11) **EP 3 461 560 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.04.2019 Patentblatt 2019/14

(51) Int Cl.:
B03C 1/033 ^(2006.01) **B03C 1/034** ^(2006.01)
B03C 1/28 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18204538.5**

(22) Anmeldetag: **15.09.2016**

(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

• **Romer, Hanspeter**
8340 Gyrenbad-Hinwil (CH)
• **Arangio, Mario**
7000 Chur (CH)

(30) Priorität: **18.09.2015 DE 102015218010**

(74) Vertreter: **Ruttensperger Lachnit Trossin Gomoll Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB Arnulfstraße 58 80335 München (DE)**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
16766940.7 / 3 349 909

(71) Anmelder: **Hamilton Bonaduz AG 7402 Bonaduz (CH)**

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 06-11-2018 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(72) Erfinder:
• **Gajewski, Martin**
42799 Leichlingen (DE)

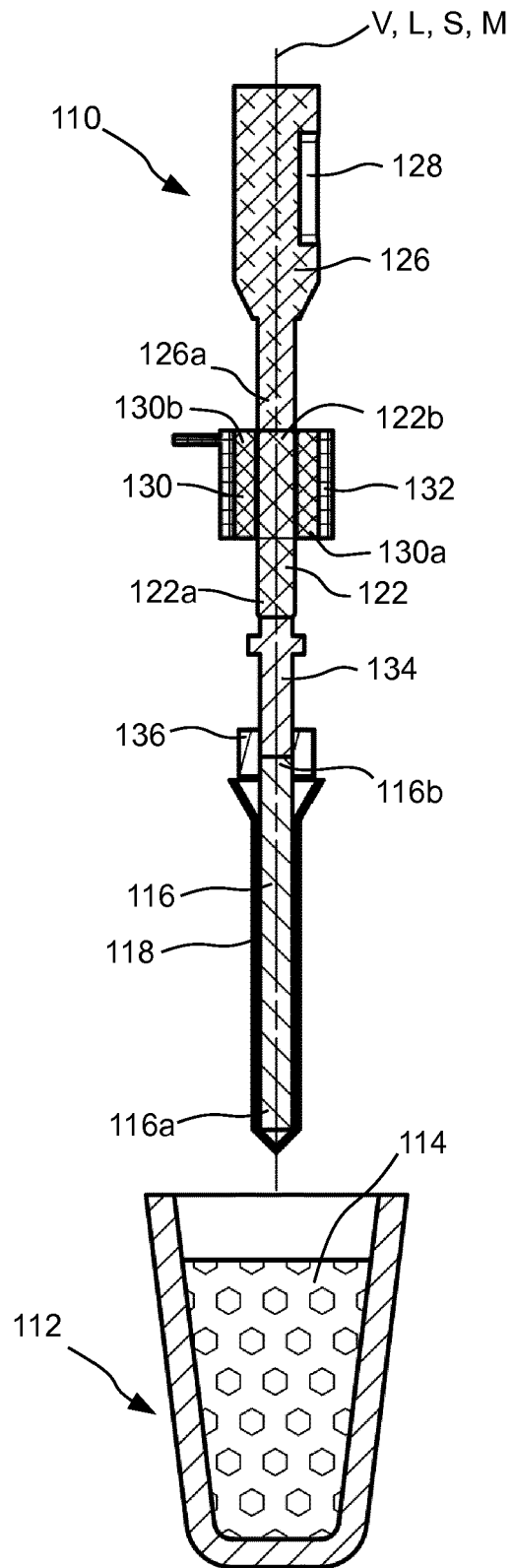
(54) **MAGNETISCHE TRENNVORRICHTUNG MIT MAGNETISCHER AKTIVIERUNG UND DEAKTIVIERUNG**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine magnetische Trennvorrichtung (110) zur Trennung magnetischer Partikel aus einer Suspension (114) mit einer weichmagnetischen Spitze (116), deren Magnetisierungszustand wahlweise zwischen einem stärker magnetisierten Zustand und einem schwächer magnetisierten Zustand änderbar ist, wobei die Spitze (116) ein Eintauch-Ende (116a) zur Einführung in die Suspension (114) und einen Magnetisierungsabschnitt (116b) zur Änderung des Magnetisierungszustands der Spitze (116) aufweist, wobei die Trennvorrichtung (110) eine erste Magnetanordnung (122) aufweist, deren Magnetfeld im Magnetisierungsabschnitt (116b) der Spitze (116) zur Änderung ihres Magnetisierungszustands zeitlich veränderlich ist, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass die Trennvorrichtung (110) eine zweite Magnetanordnung (130) umfasst, wobei die erste (122) und die zweite Magnetanordnung (130) relativ zueinander verlagerbar sind und der Magnetisierungszustand der weichmagnetischen Spitze (116) abhängig von der Relativstellung der beiden Magnetanordnungen (122, 130) ist, wobei die erste Magne-

tanordnung (122) relativ zur weichmagnetischen Spitze (116) ortsfest ist und die zweite Magnetanordnung (130) relativ zur Spitze (116) und zur ersten Magnetanordnung (122) beweglich ist, wobei die erste Magnetanordnung (122) als Magnetisierungs-Magnetanordnung (122) wenigstens einen Permanentmagneten umfasst und dauerhaft mit der weichmagnetischen Spitze (116) in Magnetschluss-Kontakt steht, und wobei die zweite Magnetanordnung (130) als Schalt-Magnetanordnung (130) wenigstens einen Permanentmagneten umfasst und verlagerbar ist zwischen einer Ausschaltposition, in welcher sie mit ihrem Schalt-Magnetfeld das Magnetisierungs-Magnetfeld der Magnetisierungs-Magnetanordnung (122) im Bereich des Magnetisierungsabschnitts (116b) stärker schwächt, und einer Einschaltposition, in welcher sie mit ihrem Schalt-Magnetfeld das Magnetisierungs-Magnetfeld der Magnetisierungs-Magnetanordnung (122) im Bereich des Magnetisierungsabschnitts (116b) weniger stark schwächt.

EP 3 461 560 A1

Fig. 3 b)



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Magnetische Trennvorrichtung zur Trennung magnetischer Partikel aus einer Suspension mit einer weichmagnetischen Spitze, deren Magnetisierungszustand wahlweise zwischen einem stärker magnetisierten Zustand und einem schwächer magnetisierten Zustand änderbar ist, wobei die Spitze ein Eintauch-Ende zur Einführung in die Suspension und einen Magnetisierungsabschnitt zur Änderung des Magnetisierungszustands der Spitze aufweist, wobei die Trennvorrichtung eine Magnetanordnung aufweist, deren Magnetfeld im Magnetisierungsabschnitt der Spitze zur Änderung ihres Magnetisierungszustands zeitlich veränderlich ist.

[0002] Derartige Trennvorrichtungen werden beispielsweise in chemischen, biochemischen oder/und pharmazeutischen Laboren verwendet, um in einer Suspension enthaltene magnetische Partikel aus der Suspension zu entfernen.

[0003] Derartige Suspensionen mit magnetischen Partikeln können beispielsweise zur Reinigung von DNA verwendet werden. Die magnetischen Partikel dienen dabei lediglich als Transportmittel und sind üblicherweise derart beschichtet, dass sich an die vom Partikel wegweisende Außenfläche der Beschichtung nur ein bestimmter Bestandteil der Suspension anlagern kann und wird, welcher dann mit dem Partikel zusammen aus der Suspension entfernt werden kann. Die magnetischen Partikel sind somit in der Regel nur zwecks der geplanten Entnahme von chemischem oder biologischem Material aus der Suspensionsflüssigkeit magnetisch.

[0004] Eine gattungsgemäße magnetische Trennvorrichtung ist beispielsweise bekannt aus der WO 02/40173 A1. Bei dieser bekannten Trennvorrichtung umgibt ein starker und dementsprechend Bauraumfordernder Elektro-Ringmagnet die weichmagnetische Spitze, die die Erstreckungsebene des Elektro-Ringmagneten längs der Ringachse durchsetzt.

[0005] Im Falle der Bestromung des Elektro-Ringmagneten wirkt die ihn durchsetzende weichmagnetische Spitze wie ein Anker bzw. Eisenkern und wird für die Dauer der Bestromung des Elektro-Ringmagneten magnetisiert, sodass das Eintauch-Ende der weichmagnetischen Spitze in die jeweilige Suspension eingeführt und aufgrund ihres dann magnetisierten Zustands die in der Suspension enthaltenen magnetischen Partikel bis zur Anlage an eine Außenfläche der weichmagnetischen Spitze anziehen und diese dann reib- bzw. kraftschlüssig aus der zurückbleibenden Suspensionsflüssigkeit entfernen kann. Die Außenfläche der weichmagnetischen Spitze kann von dem weichmagnetischen Material selbst oder - je nach Anforderungen an den jeweiligen Reinigungsprozess - durch eine das Eintauch-Ende der weichmagnetischen Spitze umgebenden Schutzhülle gebildet sein.

[0006] An ihrem dem Eintauch-Ende entgegengesetzten Längsende ist die aus der WO 02/40173 A1 bekannte

magnetische Trennvorrichtung mit einem elektromotorischen Drehantrieb gekoppelt, durch welchen die weichmagnetische Spitze um ihre Längsachse rotierbar ist.

[0007] Durch Rotation der weichmagnetischen Spitze kann ausweislich der WO 02/40173 A1 die Abscheidung der Partikel bei magnetisiertem Eintauch-Ende der weichmagnetischen Spitze unterstützt werden. Die Rotation kann ebenfalls dazu verwendet werden, am Eintauch-Ende der weichmagnetischen Spitze angelagerte und aus der Suspensionsflüssigkeit zusammen mit der weichmagnetischen Spitze entfernte magnetische Partikel vom Eintauch-Ende wieder zu entfernen.

[0008] Nachteilig an der bekannten magnetischen Trennvorrichtung ist zum einen ihre ausladende, Bauraumfordernde Bauweise, bei welcher die weichmagnetische Spitze und der Elektro-Ringmagnet als die oben genannte Magnetanordnung koaxial und sich axial überlappend angeordnet sind. Eine weitere Vorrichtung, insbesondere eine weitere magnetische Trennvorrichtung kann daher nicht näher an die bekannte Trennvorrichtung angenähert werden als der Radius des die weichmagnetische Spitze umgebenden Elektro-Ringmagneten. Zum anderen kann die Verwendung eines Elektromagneten zur vorübergehenden Magnetisierung der weichmagnetischen Spitze bedenklich sein, insbesondere dann, wenn der Elektromagnet zur Magnetisierung der weichmagnetischen Spitze mit dieser in Richtung ihrer Längsachse axial überlappend anzuordnen ist. Der Elektromagnet ist somit vergleichsweise nahe an der mit der Trennvorrichtung zu bearbeitenden Suspension angeordnet. Da der Elektromagnet sein Magnetfeld nur unter Bestromung bereitstellt, kommt es während des Betriebs der magnetischen Trennvorrichtung zu einer Erwärmung des Elektromagneten und damit zumindest zu dem Risiko einer thermischen Belastung der zu bearbeitenden Suspension, was gerade für thermisch sensible Inhaltsstoffe der Suspension nachteilig sein kann.

[0009] Eine weitere magnetische Trennvorrichtung, die ebenfalls alle Merkmale des Oberbegriffs des Anspruchs 1 aufweist, ist aus der US 4 751 053 A bekannt. Auch diese Trennvorrichtung verwendet einen Elektromagneten, der bezüglich der Längsachse der weichmagnetischen Spitze koaxial und axial überlappend mit der weichmagnetischen Spitze der Trennvorrichtung angeordnet ist. Der Elektro-Ringmagnet der US 4 751 053 A umschließt die dort verwendete weichmagnetische Spitze jedoch radial enger als der aus der WO 02/40173 A1 bekannte Elektro-Ringmagnet, wodurch die Bauweise der aus der US 4 751 053 A bekannten Trennvorrichtung radial weniger ausladend ist als die zuvor diskutierte. Allerdings ist auch hier der Elektro-Ringmagnet, der allein durch Bestromung und Nicht-Bestromung den Magnetisierungszustand der als Anker bzw. Eisenkern wirkenden weichmagnetischen Spitze ändert, vergleichsweise nahe an der zu bearbeitenden Suspension angeordnet, wodurch wiederum das oben beschriebene Risiko der unerwünschten thermischen Belastung der Suspension durch die Trennvorrichtung besteht.

[0010] Eine weitere magnetische Trennvorrichtung ist aus der US 7 776 221 B2 bekannt. Diese Druckschrift offenbart eine Mehrzahl von weichmagnetischen Spitzen, welche von einer einen Luftspalt zwischen den freien Schenkelenden eines C-förmigen Magnetjochs begrenzenden Fläche abstehen. Auf der gegenüberliegenden Fläche, die den Luftspalt des Magnetjochs in entgegengesetzte Richtung beschränkt, sind Probenbehälter vorgesehen, in die eine Suspension mit magnetischen Partikeln hineingegeben werden kann. Die weichmagnetischen Spitzen der aus der US 7 776 221 B2 bekannten Trennvorrichtung sind in ihrer Gesamtheit um ihre Abstandsrichtung zu den Suspensionsbehältern drehbar, jedoch nicht zu den Behältern hin absenkbar.

[0011] In einer Ausnehmung des Magnetjochs sind eine oder mehrere Permanentmagnetanordnungen beweglich aufgenommen, sodass durch Relativbewegung dieser Magnetanordnungen relativ zum Joch der Magnetisierungszustand der mit dem Joch verbundenen weichmagnetischen Spitzen änderbar ist.

[0012] Diese Trennvorrichtung ist äußerst Bauraumfordernd, da die weichmagnetischen Spitzen in Abstandsrichtung zu den Suspensionsbehältern unverlagerbar am Magnetjoch aufgenommen sind und die Spitzen nur durch Verlagerung der Suspensionsbehälter mittels einer zusätzlichen Manipulationsvorrichtung in die zu bearbeitende Suspension eingetaucht werden können.

[0013] Sehr ähnliche magnetische Trennvorrichtungen sind aus der DE 10 2005 004 664 A1 und aus der US 5 567 326 A bekannt. Die so bekannten Trennvorrichtungen weisen eine Platte auf, von welcher mehrere, in der Regel matrixartig angeordnete weichmagnetische Spitzen parallel zueinander in einer Abstehrichtung abstehen. Auf der die weichmagnetischen Spitzen tragenden Platte kann auf der von den abstehenden Spitzen wegweisenden Plattenseite vorübergehend ein Permanentmagnet angeordnet werden, um den Magnetisierungszustand der weichmagnetischen Spitzen in ihrer Gesamtheit zu verändern, also alle weichmagnetischen Spitzen zu magnetisieren, wenn der Permanentmagnet vorhanden ist, und diese zu entmagnetisieren, wenn der Permanentmagnet nicht vorhanden ist.

[0014] Eine weitere magnetische Trennvorrichtung ist aus der US 4 649 116 A bekannt. Bei dieser Vorrichtung sind eine weichmagnetische Spitze und ein unmagnetisches, also nicht magnetisiertes und auch nicht magnetisierbares, Material kollinear in axialer Richtung bezogen auf die Längsachse der weichmagnetischen Spitze hintereinander angeordnet.

[0015] Seitlich an diese Anordnung aus weichmagnetischer Spitze und unmagnetischem Material ist in einer Richtung ein Hufeisenmagnet angesetzt, von welchem ein freies

[0016] Schenkelende in einer Aktivstellung, in welche die magnetische Trennvorrichtung durch eine Feder vorgespannt ist und in welcher die weichmagnetische Spitze magnetisiert ist, der weichmagnetischen Spitze radial

gegenüberliegt - daher deren Magnetisierung - und das weitere freie Schenkelende dem unmagnetischen Material radial gegenüberliegt.

[0017] Gegen die zuvor beschriebene Federvorspannung kann die weichmagnetische Spitze nun zusammen mit dem unmagnetischen Material an den beiden freien Schenkelenden des Hufeisenmagnets vorbei bewegt werden, bis beide Schenkelenden des Hufeisenmagnets dem unmagnetischen Material gegenüber liegen. In diesem Augenblick verliert die weichmagnetische Spitze ihre vorübergehende Magnetisierung und ist unmagnetisch oder wenigstens weniger magnetisiert, da möglicherweise ein gewisser Streufluss nicht auszuschließen ist. Diese Trennvorrichtung ist aufgrund des verwendeten Hufeisenmagneten radial ausladend.

[0018] Aus der US 5 647 994 A ist eine magnetische Trennvorrichtung bekannt, bei welcher eine ringförmige Permanentmagnetanordnung eine Pipettierspitze radial außen umgibt und in Längsrichtung der Pipettierspitze verlagerbar ist, um unterschiedliche Zonen der Pipettierspitze mit ihrem Magnetfeld zu beaufschlagen.

[0019] In die Pipettierspitze hinein kann eine weichmagnetische Spitze abgesenkt werden, sodass mit der aus der US 5 647 994 A bekannten magnetischen Trennvorrichtung eine Relativstellung von weichmagnetischer Spitze und parallel dazu verlagerbarer Permanentmagnetanordnung erreichbar ist, in welcher die weichmagnetische Spitze die Permanentmagnetanordnung durchsetzt, sich folglich die weichmagnetische Spitze und die Permanentmagnetanordnung in Längsrichtung der weichmagnetischen Spitze axial überlappen, sodass die weichmagnetische Spitze innerhalb der Pipettierspitze stärker magnetisiert ist als dann, wenn sich die beiden Bauteile: weichmagnetische Spitze und Permanentmagnetanordnung, nicht axial überlappen.

[0020] Der vorliegenden Anmeldung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, die gattungsgemäße magnetische Trennvorrichtung derart weiterzubilden, dass sie geringeren Bauraum beansprucht und die zu bearbeitende Suspension möglichst wenig belastet. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine gattungsgemäße magnetische Trennvorrichtung, bei welcher die eine der beiden Magnetanordnungen relativ zur weichmagnetischen Spitze ortsfest ist und die jeweils andere Magnetanordnung relativ zur Spitze und zur einen Magnetanordnung beweglich ist.

[0021] Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung können die erste und die zweite Magnetanordnung dazu verwendet werden, sich je nach Relativstellung gegenseitig durch Feldschluss zu neutralisieren, sodass von ihnen kein oder nur ein geringeres Magnetfeld auf die weichmagnetische Spitze einwirkt, oder sie können sich eben nicht neutralisieren, sodass ein von ihnen oder wenigstens von einer der Magnetanordnungen ausgehendes Magnetfeld auf die weichmagnetische Spitze einwirkt und diese im Gegensatz zum zuvor genannten Zustand stärker magnetisiert.

[0022] Durch die Möglichkeit, das von den beiden Ma-

gnetanordnungen ausgehende und auf die weichmagnetische Spitze einwirkende Magnetfeld durch Relativanordnung der beiden Magnetanordnungen zu verändern, besteht grundsätzlich die Möglichkeit, eine schaltbare also hinsichtlich des Magnetisierungszustands der weichmagnetischen Spitze veränderbare magnetische Trennvorrichtung wenigstens für die Dauer des stärker magnetisierten Zustands stromlos und somit im Wesentlichen ohne Wärmequellen bereitzustellen.

[0023] Überdies besteht durch veränderliche Relativanordnung der beiden Magnetanordnungen die Möglichkeit, den Magnetisierungszustand der weichmagnetischen Spitze nicht nur wie im Stand der Technik zwischen einem ersten Zustand niedriger bzw. keiner Magnetisierung und einem zweiten Zustand stärkerer Magnetisierung zu ändern. Vielmehr bietet die veränderliche Relativanordnung der zwei Magnetanordnungen die Möglichkeit, den Magnetisierungsgrad der weichmagnetischen Spitze gezielt auch zu zwischen zwei Extremwerten liegenden Zwischenwerten hin zu ändern, vorzugsweise sogar wenigstens in Bereichen stufenlos zu ändern.

[0024] Dies ist beispielsweise möglich, wenn die Relativstellungen der beiden Magnetanordnungen zumindest in einem Bereich der Relativbeweglichkeit der beiden Magnetanordnungen zueinander stufenlos veränderbar sind.

[0025] Die bei der Lösung der der vorliegenden Erfindung zu Grunde liegenden Aufgabe genannte erste Magnetanordnung ist die eingangs genannte Magnetanordnung.

[0026] Mit "magnetisch" ist ein Material bezeichnet, welches entweder magnetisierbar ist oder magnetisiert ist. In den meisten Anwendungsfällen der vorliegend diskutierten magnetischen Trennvorrichtung werden die magnetischen Partikel ferromagnetisches Material umfassen oder aus ferromagnetischem Material bestehen.

[0027] Grundsätzlich ist es möglich, dass beide Magnetanordnungen relativ zu der weichmagnetischen Spitze verlagerbar angeordnet sind, sodass jede aus der ersten und der zweiten Magnetanordnung relativ zur weichmagnetischen Spitze verlagert werden kann.

[0028] Um die zur Bildung der erfindungsgemäßen Trennvorrichtung benötigten Führungs- und Antriebsmittel in ihrer Anzahl möglichst gering zu halten, ist bevorzugt jedoch vorgesehen, dass die eine der beiden Magnetanordnungen relativ zur weichmagnetischen Spitze ortsfest ist und die jeweils andere Magnetanordnung relativ zur Spitze und zur einen Magnetanordnung beweglich ist.

[0029] Gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform, bei der allerdings zeitweise das Magnetfeld einer bestrombaren elektrischen Spule genutzt wird, umfasst eine der beiden Magnetanordnungen als Magnetisierungs-Magnetanordnung wenigstens einen Permanentmagneten und ist verlagerbar zwischen einer weiter von der Spitze entfernt gelegenen und durch einen Luftspalt von dieser getrennten Nicht-Magnetisierungsposition

und einer stärker an die Spitze angenäherten Magnetisierungsposition, wobei die jeweils andere Magnetanordnung als Antriebs-Magnetanordnung eine wahlweise bestrombare elektrische Spule aufweist, welche abhängig von ihrer Bestromung die Magnetisierungs-Magnetanordnung von der Magnetisierungsposition in die Nicht-Magnetisierungsposition verlagert.

[0030] Grundsätzlich kann daran gedacht sein, die Magnetisierungs-Magnetanordnung von der Nicht-Magnetisierungsposition in die Magnetisierungsposition mit weiteren Antriebsmitteln zu verlagern. Jedoch ist aus Gründen einer möglichst geringen Komponentenanzahl an der Trennvorrichtung bevorzugt, wenn diese Verlagerung ebenfalls von der Antriebs-Magnetanordnung bewirkbar ist.

[0031] Die Magnetisierungs-Magnetanordnung ist dabei jene Magnetanordnung der ersten und der zweiten Magnetanordnung, deren Magnetfeld in der Magnetisierungsposition der Magnetisierungs-Magnetanordnung in die weichmagnetische Spitze "eingekoppelt" wird und so eine Magnetisierung der weichmagnetischen Spitze bewirkt. In der Nicht-Magnetisierungsposition ist die Magnetisierungs-Magnetanordnung weiter von der weichmagnetischen Spitze entfernt gelegen als in der Magnetisierungsposition, sodass in der Nicht-Magnetisierungsposition das von der Magnetisierungs-Magnetanordnung ausgehende Magnetfeld weniger stark als in der Magnetisierungsposition oder sogar gar nicht auf die weichmagnetische Spitze einwirkt. Dann also, wenn die Magnetisierungs-Magnetanordnung sich in ihrer Nicht-Magnetisierungsstellung befindet, ist die weichmagnetische Spitze weniger stark magnetisiert als dann, wenn sich die Magnetisierungs-Magnetanordnung in ihrer stärker an die Spitze angenäherten Magnetisierungsposition befindet. Bevorzugt ist die weichmagnetische Spitze in der Nicht-Magnetisierungsposition der Magnetisierungs-Magnetanordnung unmagnetisiert.

[0032] Die andere der beiden Magnetanordnungen, die als Antriebs-Magnetanordnung bezeichnet ist, wird bevorzugt lediglich zur Verlagerung der Magnetisierungs-Magnetanordnung zwischen ihren genannten Stellungen: Magnetisierungsposition und Nicht-Magnetisierungsposition, verwendet. Die Verlagerung der Magnetisierungs-Magnetanordnung zwischen ihren genannten Positionen erfolgt dabei abhängig von der Bestromung der Antriebs-Magnetanordnung.

[0033] Bevorzugt ist die Magnetisierungs-Magnetanordnung ein Permanentmagnet oder eine Permanentmagnetanordnung mit mehreren Permanentmagneten, um eine stromlos magnetisierte Magnetisierungs-Magnetanordnung und damit eine stromlos magnetisierbare Spitze bereitzustellen. Daher umfasst die Magnetisierungs-Magnetanordnung bevorzugt keinen Elektromagneten.

[0034] Da die Antriebs-Magnetanordnung bei geeigneter konstruktiver Ausgestaltung der Trennvorrichtung lediglich für eine Verlagerung der Magnetisierungs-Magnetanordnung bestromt werden muss, braucht die Antriebs-Magnetanordnung nicht wie im Stand der Technik

für die gesamte Dauer bestromt zu werden, in der sich die Magnetisierungs-Magnetanordnung in der Magnetisierungsposition befindet oder allgemein: in der die weichmagnetische Spitze einen Zustand stärkerer Magnetisierung aufweist. Tatsächlich reicht es in der Regel aus, die Antriebs-Magnetanordnung während der Annäherungsbewegung der Magnetisierungs-Magnetanordnung an die Magnetisierungsposition nur solange bestromen, wie sich die Magnetisierungs-Magnetanordnung in der Annäherungsbewegung befindet oder/und sich der Magnetisierungsposition soweit angenähert hat, dass sie ihre Annäherungsbewegung selbst bei unbestromter Antriebs-Magnetisierungsanordnung bis zum Erreichen der Magnetisierungsposition fortsetzt.

[0035] Bevorzugt ist die Antriebs-Anordnung derart in der Trennvorrichtung angeordnet, dass ihre Bestromung eine Entfernung der Magnetisierungs-Magnetanordnung von der weichmagnetischen Spitze bewirkt. Die Bestromung der Antriebs-Magnetanordnung bewirkt somit eine Verstellung der Magnetisierungs-Magnetanordnung in die Nicht-Magnetisierungsposition.

[0036] Dann, wenn die Magnetisierungs-Magnetanordnung mit einer Komponente in Schwerkraftwirkungsrichtung oder vollständig in Schwerkraftwirkungsrichtung verlagerbar angeordnet ist, kann die Verlagerung der Magnetisierungs-Magnetanordnung von der Nicht-Magnetisierungsposition in die Magnetisierungsposition schwerkraftgetrieben erfolgen oder wenigstens durch die Schwerkraft unterstützt erfolgen. In diesem Falle kann es ausreichen, die Bestromung der die Schwerkraft kompensierenden Antriebs-Magnetanordnung zu beenden, um die Magnetisierungs-Magnetanordnung in die Magnetisierungsposition zu verlagern und somit den Magnetisierungszustand der weichmagnetischen Spitze von einer weniger starken Magnetisierung in eine stärkere Magnetisierung zu verändern.

[0037] Selbst wenn in diesem Falle die Antriebs-Magnetisierungsanordnung für die Dauer des Verbleibs der Magnetisierungs-Magnetanordnung in der Nicht-Magnetisierungsposition bestromt bleiben müsste, um die Magnetisierungs-Magnetanordnung in der Nicht-Magnetisierungsposition zu halten, ist in diesem Betriebszustand das Eintauch-Ende der dann weniger bis gar nicht magnetisierten weichmagnetischen Spitze nicht in die zu bearbeitende Suspension eingetaucht, sodass das Risiko einer thermischen Belastung der zu bearbeitenden Suspension durch die bestromte Antriebs-Magnetanordnung aufgrund des dann möglichen räumlichen Abstands der Trennvorrichtung von der zu bearbeitenden Suspension vernachlässigbar gering oder ausgeschlossen ist.

[0038] Da die Antriebs-Magnetanordnung im Übrigen lediglich zur Verlagerung der Magnetisierungs-Magnetanordnung oder/und zum Halten der Magnetisierungs-Magnetanordnung in der Nicht-Magnetisierungsposition benötigt wird, kann hierfür ein im Vergleich zu den Magnetisierungs-Elektromagneten des Standes der Technik schwächerer Elektromagnet verwendet werden, der

während seiner Bestromung nur eine geringere Menge an Wärme entwickelt, als dies im Stand der Technik für jene Elektromagnete der Fall ist, die zur Magnetisierung der weichmagnetischen Spitze verwendet werden. Auch dies senkt das Risiko einer thermischen Beeinflussung der zu bearbeitenden Suspension.

[0039] Die Antriebs-Magnetanordnung kann, wie oben bereits erwähnt, bevorzugt auch dazu verwendet werden, die Magnetisierungs-Magnetanordnung von der Nicht-Magnetisierungsposition in die Magnetisierungsposition zu verlagern. Dann, wenn beispielsweise die Magnetisierungs-Magnetanordnung längs seiner horizontalen Bahn orthogonal zur Schwerkraftwirkungsrichtung bewegt wird, kann jeweils eine Bestromung der Antriebs-Magnetanordnung mit entsprechender Stromflussrichtung die Magnetisierungs-Magnetanordnung in die eine oder andere der genannten Positionen: Magnetisierungsposition und Nicht-Magnetisierungsposition, verlagern, sodass in diesem Falle die Antriebs-Magnetanordnung nur für die kurzen Zeitabschnitte bestromt zu werden braucht, bis die Magnetisierungs-Magnetanordnung ihre jeweilige gewünschte Position aus Magnetisierungsposition und Nicht-Magnetisierungsposition erreicht hat. Dies gilt auch für alle übrigen Fälle, in denen konstruktiv oder/und funktional dafür Sorge getragen ist, dass die Magnetisierungs-Magnetanordnung in wenigstens einer ihrer Stellungen aus Magnetisierungsposition und Nicht-Magnetisierungsposition verbleibt, bis sie durch die magnetische Kraft der Antriebs-Magnetanordnung aus der jeweiligen Stellung in die jeweils andere Stellung aus Nicht-Magnetisierungsposition und Magnetisierungsposition verlagert wird.

[0040] Grundsätzlich kann es ausreichen, wenn ein Luftspalt zwischen der Magnetisierungs-Magnetanordnung und der weichmagnetischen Spitze, insbesondere deren Magnetisierungsabschnitt, in der Magnetisierungsposition kleiner ist als in der Nicht-Magnetisierungsposition der Magnetisierungs-Magnetanordnung. Ein besonders vorteilhaft hoher Magnetisierungsgrad der weichmagnetischen Spitze kann jedoch dadurch erreicht werden, dass die Magnetisierungs-Magnetanordnung in der Magnetisierungsposition mit der weichmagnetischen Spitze in Magnetschluss-Kontakt steht, also entweder unmittelbar mit dem Magnetisierungsabschnitt in körperlichem Berührungskontakt steht oder mittelbar unter Zwischenanordnung eines ferromagnetischen Materials in Berührungskontakt mit diesem steht, wobei dann bevorzugt die Magnetisierungs-Magnetanordnung mit dem zwischenangeordneten ferromagnetischen Material in körperlichem Berührungskontakt steht und das ferromagnetische Material mit dem Magnetisierungsabschnitt der weichmagnetischen Spitze in Berührungskontakt steht. Vorteilhafterweise ist also in der Magnetisierungsposition kein Luftspalt zwischen der Magnetisierungs-Magnetanordnung und der weichmagnetischen Spitze, insbesondere ihrem Magnetisierungsabschnitt, vorhanden.

[0041] In der Nicht-Magnetisierungsposition ist dagegen bevorzugt ein solcher Luftspalt zwischen der weich-

magnetischen Spitze, insbesondere ihrem Magnetisierungsabschnitt, und der Magnetisierungs-Magnetanordnung vorhanden.

[0042] Vorzugsweise weist die magnetische Trennvorrichtung - wie oben bereits angedeutet - eine Haltevorrichtung auf, welche die Magnetisierungs-Magnetanordnung in der Nicht-Magnetisierungsposition hält. In einem solchen Fall kann die notwendige Haltekraft zum Halten der Magnetisierungs-Magnetanordnung in der Nicht-Magnetisierungsposition durch die Haltevorrichtung aufgebracht werden. Sie braucht dann nicht durch Bestromung der Antriebs-Magnetanordnung aufgebracht werden.

[0043] Die Haltevorrichtung kann in einem Ausführungsbeispiel beispielsweise eine reibschlüssige Haltevorrichtung sein, deren Reibkraft geringer ist als die von der Antriebs-Magnetanordnung bei Bestromung auf die Magnetisierungs-Magnetanordnung ausgeübte Magnetkraft. Eine derartige Reibkraft kann beispielsweise durch Klemmbacken erreicht werden, deren Klemmkraft unter Berücksichtigung des zwischen ihnen geklemmten Abschnitts der Magnetisierungs-Magnetanordnung durch Vorspannmittel gezielt einstellbar ist, etwa durch Feder Vorspannung in Schließrichtung.

[0044] Bevorzugt weist die Haltevorrichtung jedoch die Haltevorrichtung ein ferromagnetisches Halteteil auf, mit welchem die Magnetisierungs-Magnetanordnung in der Nicht-Magnetisierungsposition in Magnetschluss-Kontakt steht. Da die Magnetisierungs-Magnetanordnung ohnehin einen Permanentmagneten aufweist und somit wenigstens abschnittsweise dauermagnetisiert ist, kann das von ihr ausgehende Magnetfeld besonders einfach auch zum Halten der Magnetisierungs-Magnetanordnung in der Nicht-Magnetisierungsposition genutzt werden. Auch hier ist darauf zu achten, dass das von der Antriebs-Magnetanordnung im Falle ihrer Bestromung ausgehende Magnetfeld und die daraus resultierende auf die Magnetisierungs-Magnetanordnung einwirkende Magnetkraft größer ist als die zwischen der Magnetisierungs-Magnetanordnung und dem ferromagnetischen Halteteil der Haltevorrichtung ausgeübte Magnetkraft ist. Dies sollte jedoch problemlos möglich sein, da die gleiche Bedingung auch zum Lösen der Magnetisierungs-Magnetanordnung vom Magnetisierungsabschnitt der weichmagnetischen Spitze aus der Magnetisierungsposition erfüllt sein muss.

[0045] Beispielsweise kann das ferromagnetische Halteteil derart dimensioniert sein, dass es dann in magnetischer Sättigung ist, wenn es in dem Magnetschluss-Kontakt mit der Magnetisierungs-Magnetanordnung in der Nicht-Magnetisierungsposition steht. Bevorzugt kann das Halteteil aus weichmagnetischem Material sein. Aus Gründen besonders einfacher Auslegung der Trennvorrichtung kann es aus dem gleichen weichmagnetischen Material sein wie die weichmagnetische Spitze.

[0046] Gemäß einem anderen bevorzugten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Trennvorrichtung kann vorgesehen sein, dass eine der beiden Magnetan-

ordnungen als Magnetisierungs-Magnetanordnung wenigstens einen Permanentmagneten umfasst, vorzugsweise ein Permanentmagnet oder eine Permanentmagnetanordnung mit mehreren Permanentmagneten ist, relativ zur weichmagnetischen Spitze unverlagerbar ist und dauerhaft mit der weichmagnetischen Spitze in Magnetschluss-Kontakt steht, und dass die andere der beiden Magnetanordnungen als Schalt-Magnetanordnung wenigstens einen Permanentmagneten umfasst und verlagerbar ist zwischen einer Ausschaltposition, in welcher sie mit ihrem Schalt-Magnetfeld das Magnetisierungs-Magnetfeld der Magnetisierungs-Magnetanordnung im Bereich des Magnetisierungsabschnitts stärker schwächt, und einer Einschaltposition, in welcher sie mit ihrem Schalt-Magnetfeld das Magnetisierungs-Magnetfeld der Magnetisierungs-Magnetanordnung im Bereich des Magnetisierungsabschnitts weniger stark schwächt.

[0047] Im Gegensatz zu der zuvor beschriebenen Ausführungsform, bei welcher die Antriebs-Magnetanordnung dazu verwendet wurde, die Magnetisierungs-Magnetanordnung zwischen zwei Stellungen zu bewegen, in welchen sie die weichmagnetische Spitze unterschiedlich stark magnetisiert, ist der Grundgedanke der nun diskutierten zweiten Ausführungsform eine Anordnung, bei welcher die Magnetisierungs-Magnetanordnung, welche für die Magnetisierung der weichmagnetischen Spitze sorgt, relativ zu dieser unverlagerbar angeordnet ist und in welcher die Schalt-Magnetanordnung verlagerbar ist, um abhängig von ihrer Relativstellung zur Magnetisierungs-Magnetanordnung deren Magnetfeld unterschiedlich stark zu schwächen bzw. zu neutralisieren.

[0048] Durch die Verwendung von wenigstens einem Permanentmagneten in jeder der Magnetanordnungen aus Magnetisierungs- und Schalt-Magnetanordnung können der Stromverbrauch der magnetischen Trennvorrichtung erheblich reduziert und somit unerwünschte Wärmequellen in der Trennvorrichtung vermieden werden.

[0049] Eine einfache Möglichkeit, der Schwächung des von der Magnetisierungs-Magnetanordnung ausgehenden Magnetfelds liegt darin, die Schalt-Magnetanordnung im Feldschluss für einen magnetischen Rückschluss zu verwenden, etwa dann, wenn sich die Schalt-Magnetanordnung in ihrer Ausschaltposition befindet. Dann, wenn sich in der Ausschaltposition ungleichnamige Pole der Magnetisierungs-Magnetanordnung einerseits und der Schalt-Magnetanordnung andererseits in großer Annäherung befinden, kann das von einem Pol der Magnetisierungs-Magnetanordnung ausgehende Magnetfeld über die Schalt-Magnetanordnung in Richtung zum anderen Pol der Magnetisierungs-Magnetanordnung geleitet werden, ohne dass die weichmagnetische Spitze in erheblichem Maße von dem Magnetfeld der Magnetisierungs-Magnetanordnung durchsetzt wird.

[0050] Bevorzugt befindet sich daher die Schalt-Magnetanordnung in ihrer Ausschaltposition näher bei jenem Pol der Magnetisierungs-Magnetanordnung, welcher wiederum der weichmagnetischen Spitze näher gelegen

ist.

[0051] Daher kann es vorteilhaft sein, wenn die Magnetisierungs-Magnetanordnung und die Schalt-Magnetanordnung längs ihrer Relativbewegungsbahn entgegengesetzt polarisiert sind. Dann ist es nämlich besonders einfach, durch lediglich translatorische, bevorzugt geradlinige, Bewegung der Schalt-Magnetanordnung relativ zur Magnetisierungs-Magnetanordnung ungleichnamige Pole von Schalt-Magnetanordnung und Magnetisierungs-Magnetanordnung in einem nahe bei der weichmagnetischen Spitze gelegenen Bereich in Annäherung aneinander zu bringen.

[0052] Bevorzugt ist die Magnetisierungs-Magnetanordnung längs der Relativbewegungsbahn, welche bevorzugt eine geradlinige Relativbewegungsbahn ist, kürzer ausgebildet als die Magnetisierungs-Magnetanordnung. Hierdurch wird ihre Relativbeweglichkeit relativ zur Magnetisierungs-Magnetanordnung längs der Relativbewegungsbahn erleichtert.

[0053] Wenngleich grundsätzlich die Schalt-Magnetanordnung sich längs ihrer Relativbewegungsbahn über die Erstreckungslänge der Magnetisierungs-Magnetanordnung in Richtung der Relativbewegungsbahn hinaus bewegen kann, kann es grundsätzlich ausreichend sein, wenn der Relativbewegungsweg der Schalt-Magnetanordnung nicht über die Erstreckungskomponente der Magnetisierungs-Magnetanordnung längs der Relativbewegungsbahn hinaus verläuft. So kann eine längs des Relativbewegungswegs kurze Trennvorrichtung erhalten werden.

[0054] Dann ist es möglich, beispielsweise an dem der weichmagnetischen Spitze näher gelegenen Längsende der Magnetisierungs-Magnetanordnung eine magnetische Kopplungsvorrichtung zum Einkoppeln der weichmagnetischen Spitze in das Magnetfeld der Magnetisierungs-Magnetanordnung vorzusehen und bevorzugt diese Kopplungsbildung als Endanschlag für die Relativbewegung der Schalt-Magnetanordnung zur weichelastischen Spitze hin zu nutzen.

[0055] Auch in der Einschaltposition der Schalt-Magnetanordnung liegen vorzugsweise ungleichnamige Pole beider Magnetanordnungen in großer Annäherung beieinander, jedoch andere Pole als in der Ausschaltposition.

[0056] Die starke Annäherung ungleichnamiger Pole der beiden Magnetanordnungen aneinander führt zu einer stabilen Gleichgewichtssituation, sodass weder in der Einschaltposition noch in der Ausschaltposition der Schalt-Magnetanordnung Haltevorrichtungen zum Halten der Schalt-Magnetanordnung in wenigstens einer der jeweiligen Positionen benötigt werden, wenngleich nicht ausgeschlossen ist, dergleichen Haltevorrichtungen aus Gründen redundanter Funktionssicherheit vorzusehen.

[0057] Die Schalt-Magnetanordnung kann in äußerst vorteilhafter Weise auch dazu ausgebildet sein, aufgrund von magnetischen Kräften zwischen ihren beiden Positionen: Ausschaltposition und Einschaltposition, verlagert zu werden. Hierfür kann vorgesehen sein, dass die

magnetische Trennvorrichtung eine dritte Magnetanordnung aufweist, welche wenigstens eine wahlweise bestrombare elektrische Spule umfasst und welche als Auslöser-Magnetanordnung abhängig von ihrer Bestromung eine Verlagerung der Schalt-Magnetanordnung zwischen ihrer Einschalt- und ihrer Ausschaltposition bewirkt.

[0058] Zwar wird mit der Auslöser-Magnetanordnung wieder eine Stromquelle und damit eine mögliche Wärmequelle in die magnetische Trennvorrichtung eingeführt, jedoch kann es hier ausreichen, die Auslöser-Magnetanordnung nur kurzzeitig zu bestromen, sodass diese zeitlich nur sehr kurz ein Magnetfeld entwickelt, welches zu einem Kraftpuls führt, der die Schalt-Magnetanordnung aus ihrer jeweiligen Position löst und zur jeweils anderen Position hin beschleunigt. Dann, wenn sich in den beiden Positionen der Schalt-Magnetanordnung: Einschaltposition und Ausschaltposition, ungleichnamige Pole der beiden Magnetanordnungen: Schalt- und Magnetisierungs-Magnetanordnung in ausreichender Annäherung aneinander befinden, muss der Kraftpuls durch die Auslöser-Magnetanordnung lediglich den herrschenden Gleichgewichtszustand überwinden und die Schalt-Magnetanordnung aus der jeweiligen Position ausreichend weit entfernen, sodass die beiden anderen, der jeweils anderen Position aus Einschaltposition und Ausschaltposition zugeordneten ungleichnamigen Pole der beiden Magnetanordnungen soweit in Annäherung aneinander geraten, dass sich die neue Gleichgewichtstellung der jeweils anderen Position von alleine einstellt.

[0059] Die magnetische Trennvorrichtung ist daher bevorzugt dazu ausgebildet, die Auslöser-Magnetanordnung nur während des Übergangs der Schalt-Magnetanordnung von einer ihrer Positionen: Einschaltposition und Ausschaltposition, in die jeweils andere Position zu bestromen, wobei - wie oben geschildert - eine Bestromung für die gesamte Dauer der Relativbewegung von Schalt-Magnetanordnung und Magnetisierungs-Magnetanordnung nicht unbedingt notwendig ist.

[0060] Die Auslöser-Magnetanordnung kann vorteilhafterweise in beiden Positionen der Schalt-Magnetanordnung: Einschalt- und Ausschaltposition, eine Verlagerung relativ zur Magnetisierungs-Magnetanordnung in die jeweils andere Position bewirken, wenn die Auslöser-Magnetanordnung zur gemeinsamen Bewegung mit der Schalt-Magnetanordnung gekoppelt ist.

[0061] Die Auslöser-Magnetanordnung kann in vorteilhafter Weise koaxial zur Schalt-Magnetanordnung angeordnet sein, also sich über einen gemeinsamen Bereich der Relativbewegungsbahn erstreckend. Sie kann ebenso kollinear zur Schalt-Magnetanordnung angeordnet sein, beispielsweise in Richtung der Relativbewegungsbahn an die Schalt-Magnetanordnung anschließend.

[0062] Um besonders effektiv in beiden Positionen der Schalt-Magnetanordnung: Einschalt- und Ausschaltposition, deren Verlagerung in die jeweils andere Position bewirken zu können, kann die Auslöser-Magnetanord-

nung wenigstens zwei koaxiale Wicklungsabschnitte aufweisen, zwischen welchen die Schalt-Magnetanordnung angeordnet ist.

[0063] Alternativ kann die Auslöser-Magnetanordnung auch längs der Relativbewegungsbahn von Schalt-Magnetanordnung und Magnetisierungs-Magnetanordnung zwischen zwei Permanentmagneten der Schalt-Magnetanordnung angeordnet sein.

[0064] Vorteilhaft ist, wenn Schalt-Magnetanordnung und Auslöser-Magnetanordnung sowohl einzeln als auch gemeinsam betrachtet jeweils ein zu einer orthogonal zur Relativbewegungsbahn der Schalt-Magnetanordnung orientierten Symmetrieebene ein im Wesentlichen symmetrisches Magnetfeld erzeugen. Funktionsnotwendig ist dies jedoch nicht.

[0065] Die Schalt-Magnetanordnung kann aus mehreren miteinander längs der Relativbewegungsbahn gestapelten Permanentmagneten gebildet sein, um ein besonders starkes Magnetfeld zu erzeugen oder/und um die Reparierbarkeit der Schalt-Magnetanordnung zu vereinfachen.

[0066] Ein mögliches Ziel der vorliegenden magnetischen Trennvorrichtung ist es, eine Mehrzahl von weichmagnetischen Spitzen gleichzeitig zu verwenden, wobei bevorzugt die Mehrzahl von weichmagnetischen Spitzen in einem vorgegebenen Anordnungsmuster vorgesehen sind, beispielsweise in Zeilen und Spalten angeordnet.

[0067] Um für eine solche matrixartige Anordnung von weichmagnetischen Spitzen einer magnetischen Trennvorrichtung die magnetische Trennvorrichtung mit möglichst wenig radialem Bauraum bereitstellen zu können, ist es vorteilhaft, wenn sich die weichmagnetische Spitze längs einer Spitzenachse erstreckt. Die Montage der weichmagnetischen Spitze in der magnetischen Trennvorrichtung kann dadurch vereinfacht werden, wenn die weichmagnetische Spitze wenigstens abschnittsweise, vorzugsweise vollständig, rotationssymmetrisch bezüglich der Spitzenachse als Rotationssymmetrieachse ausgebildet ist.

[0068] Es dient weiterhin der radial schlanken Bauweise der magnetischen Trennvorrichtung, wenn die Relativverlagerungsbahn der beiden Magnetanordnungen parallel oder bevorzugt kollinear mit der Spitzenachse verläuft. "Parallel" bedeutet dabei, dass zwischen den in gleiche Richtung verlaufenden Linien: Spitzenachse und Relativverlagerungsbahn, ein Abstand besteht. Dieser ist bei kollinearer Anordnung 0.

[0069] Ein sowohl möglichst homogenes Magnetfeld der beiden Magnetanordnungen zueinander - und dies gilt für die beiden oben genannten Ausführungsformen ebenso wie für die genannte sehr allgemeine Lösung der der vorliegenden Erfindung zu Grunde liegenden Aufgabe - kann dadurch erhalten werden, dass die eine Magnetanordnung die jeweils andere umgibt, wobei dann ein besonders vorteilhaftes homogenes und symmetrisches Magnetfeld der magnetischen Trennvorrichtung insgesamt erhalten werden kann, wenn die eine Magnetanordnung die jeweils andere koaxial umgibt. Aus den ge-

nannten Gründen ist ein vollständiges Umschließen der einen Magnetanordnung durch die jeweils andere bevorzugt.

[0070] So ist es im ersten oben genannten Ausführungsbeispiel bevorzugt, wenn die Antriebs-Magnetanordnung die Magnetisierungs-Magnetanordnung umgibt. Im zweiten genannten bevorzugten Ausführungsbeispiel ist es bevorzugt, wenn die Schalt-Magnetanordnung, gegebenenfalls zusammen mit der Auslöser-Magnetanordnung, die Magnetisierungs-Magnetanordnung umgibt.

[0071] Bevorzugt erstreckt sich somit auch die oben genannte Magnetisierungs-Magnetanordnung längs einer Magnetanordnungsachse, welche bevorzugt kollinear mit der Spitzenachse angeordnet ist.

[0072] Auch dann, wenn eine die jeweils andere Magnetanordnung umgebende Magnetanordnung sich längs einer Erstreckungsachse erstreckt, wobei die Erstreckungsachse dann lediglich einen von den Magneten der Magnetanordnung umgebenen Hohlraum durchsetzt, ist es vorteilhaft, wenn diese Erstreckungsachse und die Spitzenachse kollinear angeordnet sind.

[0073] Bevorzugt sind daher beide Magnetanordnungen, also Magnetisierungs-Magnetanordnung einerseits und Antriebs- bzw. Schalt-Magnetanordnung andererseits, sowie die weichmagnetische Spitze koaxial mit kollinearen Verlaufsachsen angeordnet.

[0074] Bevorzugt ist daher vorgesehen, dass wenigstens ein Teil der Permanentmagneten wenigstens einer, vorzugsweise beider Magnetanordnungen koaxial zur Spitzenachse verläuft und längs dieser Achse polarisiert ist und bevorzugt bezüglich der Spitzenachse als Rotationssymmetrieachse rotationssymmetrisch ausgebildet ist. Besonders bevorzugt gilt dies für alle Permanentmagneten wenigstens einer, vorzugsweise beider Magnetanordnungen, das sind für die oben genannten besonderen Ausführungsbeispiele wenigstens die Magnetisierungs-Magnetanordnung einerseits und die Antriebs- bzw. Schalt-Magnetisierungsanordnung andererseits.

[0075] Bevorzugt ist die weichmagnetische Spitze zur Verbesserung der Trennung von magnetischen Partikeln von Suspensionsflüssigkeit rotierbar, wobei die Rotationsachse der weichmagnetischen Spitze bevorzugt ihre Spitzenachse ist. Aus diesem Grunde ist es ebenso bevorzugt, dass die magnetische Trennvorrichtung einen Drehantrieb aufweist, welcher mit der weichmagnetischen Spitze Bewegung und Drehmoment übertragend gekoppelt ist. Durch diesen Drehantrieb ist die Spitze rotierbar.

[0076] Ein Drehantriebsbauteil, etwa ein zur gemeinsamen Rotation um die Rotationsachse mit der weichmagnetischen Spitze dauerhaft gekoppelter und mit dem Drehantrieb lösbar gekoppelter oder koppelbarer Wellen- oder Nabenstumpf kann wenigstens abschnittsweise aus weichmagnetischem Material gebildet sein, wobei das Drehantriebsbauteil dann als das oben genannte Haltevorrichtung wirken kann, die die Magnetisierungs-Magnetanordnung in der Nicht-Magnetisierungsposition hält.

[0077] Zur Erzielung einer gewünscht schlanken Bauform sind bevorzugt die beiden Magnetanordnungen, bevorzugt auch die oben genannte Auslöse-Magnetanordnung, in Richtung der Spitzenachse zwischen der weichmagnetischen Spitze und dem Drehantrieb, insbesondere zwischen der Spitze und dem oben genannten Drehantriebsbauteil angeordnet. Dies gilt bevorzugt unabhängig von der jeweils eingenommenen Position der beweglichen Magnetanordnung.

[0078] Bevorzugt weist die magnetische Trennvorrichtung zur Erhöhung der Anzahl der durch sie gleichzeitig bearbeitbaren Suspensionen einen Trennvorrichtungskopf mit einer Mehrzahl von weichmagnetischen Spitzen auf, welche sich alle längs einer Spitzenachse erstrecken, wobei die Spitzenachsen der einzelnen weichmagnetischen Spitzen parallel zueinander angeordnet sind. Bevorzugt sind die weichmagnetischen Spitzen matrixartig in Zeilen und Spalten angeordnet, wobei ein orthogonales Zeilen- und Spaltensystem bevorzugt ist.

[0079] Um mit einem derartigen Trennvorrichtungskopf gleichzeitig auch unterschiedliche Suspensionen bearbeiten zu können, ist vorzugsweise der Magnetisierungszustand wenigstens eines Teils der weichmagnetischen Spitzen des Trennvorrichtungskopfes unabhängig von einem anderen Teil der weichmagnetischen Spitzen änderbar. Diese unabhängige Änderbarkeit des Magnetisierungszustands von weichmagnetischen Spitzen in einem Trennvorrichtungskopf kann durch individuelle Bestromung der die Änderung des Magnetisierungszustands der jeweiligen weichmagnetischen Spitze bewirkenden Magnetanordnung erfolgen.

[0080] Bevorzugt ist der Magnetisierungszustand jeder einzelnen weichmagnetischen Spitze des Trennvorrichtungskopfes unabhängig vom Magnetisierungszustand jeder anderen weichmagnetischen Spitze änderbar.

[0081] Da die Änderung des Magnetisierungszustands mittels Bestromung einer Magnetanordnung erfolgt, kann die Bestromung einzelner Magnetanordnungen in einfacher und sicherer Weise durch eine entsprechende Steuereinrichtung bewirkt werden, wobei die Steuereinrichtung auch dazu ausgebildet sein kann, weichmagnetische Spitzen des Trennvorrichtungskopfes zeilen- oder/und spaltenweise zur gemeinsamen Änderung des Magnetisierungszustandes zusammenzufassen. In diesem Falle kann die Steuereinrichtung alle weichmagnetischen Spitzen einer Zeile oder/und einer Spalte durch gemeinsame Ansteuerung der jeweiligen Magnetanordnungen in gleichem Sinne und gleichzeitig ändern.

[0082] Derartige magnetische Trennvorrichtungen lassen sich vorteilhaft an einer Pipettiervorrichtung vorsehen, wobei dann wenigstens ein Pipettierkanal der Pipettiervorrichtung durch eine Trennvorrichtung, wie sie oben beschrieben ist, ersetzt ist.

[0083] Die oben zur Bildung einer radial möglichst schlanken Trennvorrichtung vorgestellten technischen Merkmale erlauben, die magnetische Trennvorrichtung

der vorliegenden Erfindung mit einem radialen Bauraumbedarf auszubilden, welcher jenen eines Pipettierkanals in einer Pipettiervorrichtung nicht übersteigt. Bevorzugt hat eine wie oben beschrieben ausgebildete Trennvorrichtung eine radiale Ausdehnung von weniger als 20 mm, vorzugsweise von nicht mehr als 18 mm.

[0084] Die weichmagnetische Spitze kann metallisch blank sein oder kann einen Überzug aufweisen. Der Überzug kann fest mit der magnetischen Spitze verbunden sein oder kann lösbar an dieser vorgesehen sein.

[0085] Die in der vorliegenden Anmeldung als relativ zur weichmagnetischen Spitze bewegbar beschriebenen Magnetanordnungen können an einem relativ zur weichmagnetischen Spitze zumindest nicht translatorisch verlagerbaren Trägerbauteil zu ihrer Bewegung geführt sein. Bevorzugt befindet sich das Trägerbauteil zwischen der weichmagnetischen Spitze und dem Drehantrieb. Das Trägerbauteil kann mit einem Führungsabschnitt eine an ihm zur Relativbewegung geführte Magnetanordnung durchsetzen oder diese radial außen umgeben.

[0086] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert werden. Es stellt dar:

Figur 1a eine Aufrissansicht einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen magnetischen Trennvorrichtung der vorliegenden Anmeldung mit einer Magnetisierungs-Magnetanordnung und einer Antriebs-Magnetanordnung, wobei sich die Magnetisierungs-Magnetanordnung in ihrer Nicht-Magnetisierungsposition befindet,

Figur 1 beine Längsschnittansicht durch die Vorrichtung der Figur 1a längs der Schnittebene Ib-Ib in Figur 1a,

Figur 2a die erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen magnetischen Trennvorrichtung von Figur 1a, jedoch mit der Magnetisierungs-Magnetanordnung in der Magnetisierungsposition,

Figur 2b eine Längsschnittansicht der Vorrichtung von Figur 2a längs der Schnittebene IIb-IIb in Figur 2a,

Figur 3a eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen magnetischen Trennvorrichtung mit einer Magnetisierungs-Magnetanordnung und einer Schalt-Magnetanordnung, letztere in der Einschaltposition,

Figur 3b eine Längsschnittansicht durch die magnetische Trennvorrichtung von Figur 3a längs der Schnittebene IIIb-IIIb in Figur 3a,

Figur 4a die magnetische Trennvorrichtung von Figur 3a, jedoch mit der Schaltmagnetanordnung in der Ausschaltposition, und

Figur 4b eine Längsschnittansicht durch die Vorrichtung von Figur 4a längs der Schnittebene IVb-IVb in Figur 4a.

[0087] In den Figuren 1a bis 2b ist eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen magnetischen Trennvorrichtung allgemein mit 10 bezeichnet. Unterhalb der magnetischen Trennvorrichtung befindet sich ein beispielhaft dargestelltes Probengefäß 12, in welchem sich, wie in Figur 1b dargestellt ist, eine Suspension 14 mit magnetischen Partikeln befindet.

[0088] Die magnetische Trennvorrichtung 10 erstreckt sich längs einer Vorrichtungssachse V, die auch in der Schnittebene Ib-Ib enthalten ist. Die Vorrichtungssachse V verläuft parallel zur Zeichenebene der Figur 1, die Schnittebene Ib-Ib orthogonal zu dieser.

[0089] Die magnetische Trennvorrichtung 10 weist eine weichmagnetische Spitze 16 auf, welche, wie im dargestellten Beispiel, als zylindrisches Bauteil ausgebildet sein kann, wobei die Zylinderachse oder allgemein die Längsachse L der weichelastischen Spitze 16 mit der Vorrichtungssachse V zusammenfällt.

[0090] Die weichmagnetische Spitze 16 weist ein dem Behälter 12 näher liegendes Eintauch-Ende 16a auf und weist einen Magnetisierungsabschnitt 16b auf, welcher im vorliegenden Beispiel, wie unten noch näher erläutert werden wird, konstruktiv bedingt durch das dem Eintauch-Ende 16a entgegengesetzte Längsende gebildet ist.

[0091] Die weichmagnetische Spitze 16 kann an ihrem Eintauch-Ende 16a von einer Wechselhülle 18 umgeben sein, durch welche das Material der Spitze 16 gegenüber der Suspension 14 abgeschirmt werden kann, in die das Eintauch-Ende 16a der Spitze 16 durch Bewegung längs der Vorrichtungssachse V betriebs- und bestimmungsgemäß eingetaucht wird. Die Wechselhülle 18 ist eine lösbar und austauschbar an der Spitze 16 vorgesehene Schutzhülle.

[0092] Die weichmagnetische Spitze 16 ist mit ihrem Magnetisierungsabschnitt 16b in einen Fassungsabschnitt 20a eines Trägerbauteils 20 eingespannt, beispielsweise eingeschrumpft oder auch eingeschraubt, eingeklebt, eingelötet und dgl.

[0093] In dem Trägerbauteil 20, welches bevorzugt wie die weichelastische Spitze 16 auch rotationssymmetrisch bezüglich der Vorrichtungssachse V ausgebildet ist, ist eine erste Magnetanordnung 22 als Magnetisierungs-Magnetanordnung 22 längs der Vorrichtungssachse V beweglich aufgenommen. Das Trägerbauteil 20 weist hierzu einen Hohlraum 24 auf, welcher axial - bezogen auf die Vorrichtungssachse V - länger ausgebildet ist als die Magnetisierungs-Magnetanordnung 22 und in welchem die Magnetisierungs-Magnetanordnung 22 axial beweglich ist.

[0094] Das Trägerbauteil 20 ist bevorzugt aus nicht-magnetisierbarem Material gebildet, es kann aus Kunststoff, Aluminium, Messing und dgl. gebildet sein.

[0095] Axial in Richtung von der Spitze 16 weg schließt an das Trägerbauteil 20 ein Wellenstumpf 26 an, welcher im dargestellten Beispiel die Ausnehmung 24 im Trägerbauteil 20 axial abschließt.

[0096] Der Wellenstumpf 26 weist eine Ausnehmung 28 zur Aufnahme einer in den Figuren 1 und 2 nicht dargestellten Passfeder auf, mittels welcher Drehmoment von einer ebenfalls nicht dargestellten Nabe auf den Wellenstumpf 26 übertragbar ist, um den Wellenstumpf 26 und mit diesem die Vorrichtung 10 insgesamt zur Rotation um die Vorrichtungssachse V als Rotationsachse anzutreiben. Durch Rotation des Wellenstumpfes 26 und mit diesem der Vorrichtung 10 insgesamt kann auch die drehfest mit dem Wellenstumpf 26 gekoppelte weichmagnetische Spitze 16 in Rotation um ihre Längsachse L versetzt werden, wodurch in radialer Richtung bezogen auf die Vorrichtungssachse V wirkende Fliehkräfte auf etwaig an dem Eintauch-Ende 16a der weichmagnetischen Spitze 16 anhaftende magnetische Partikel ausgeübt werden können, um entweder an diesen noch anhaftende Suspensionsflüssigkeit von diesen zu trennen, oder um die Trennung der magnetischen Partikel vom Eintauch-Ende 16a der weichmagnetischen Spitze 16 zu erleichtern.

[0097] Der Drehantrieb für die magnetische Trennvorrichtung 10 ist in den Figuren 1 bis 4 nicht dargestellt.

[0098] Der Wellenstumpf 26 weist wenigstens an seinem dem Trägerbauteil 22 näher gelegenen Längsende 26a weichmagnetisches Material auf, sodass die Magnetisierungs-Magnetanordnung 22 in der in Figur 1b dargestellten Nicht-Magnetisierungsposition an dem weichmagnetischen Material des Längsendes 26a des Wellenstumpfes 26 körperlich anliegt und so einen Magnetanschluss mit diesem herstellt. Durch die so gebildeten Magnetkräfte zwischen wenigstens dem Längsende 26a des Wellenstumpfes 26 und der Magnetisierungs-Magnetanordnung 22 verbleibt diese ohne äußere Krafteinwirkung in der dargestellten Nicht-Magnetisierungsposition.

[0099] Zur Verstellung der Magnetisierungs-Magnetanordnung 22 in ihre in Figur 2b dargestellte Magnetisierungsposition und zurück ist radial außen an dem Trägerbauteil 20 eine Antriebs-Magnetanordnung 30 vorgesehen, welche einen Abschnitt des Trägerbauteils 20 radial außen umgibt. Damit umgibt die Antriebs-Magnetanordnung 30 auch die Magnetisierungs-Magnetanordnung 22 radial außen.

[0100] Während die Magnetisierungs-Magnetanordnung bevorzugt aus einem oder aus mehreren Permanentmagneten gebildet ist, wobei die Magnetisierungs-Magnetanordnung bevorzugt längs der Vorrichtungssachse V magnetisiert ist, sodass beispielsweise ihr der Spitze 16 zugewandtes Ende 22a einen magnetischen Südpol aufweist und ihr dem Wellenstumpf 26 zugewandtes entgegengesetztes Längsende 22b einen ma-

gnetischen Nordpol aufweist, ist die Antriebs-Magneta-nordnung 30 bevorzugt durch einen Elektromagneten gebildet, also durch eine bestrombare Spule. Die Spulenachse S fällt bevorzugt ebenso mit der Vorrichtung-sachse V zusammen wie eine Symmetrieachse M der Magnetsierungs-Magneta-nordnung 22.

[0101] Durch einen kurzzeitigen Bestromungsimpuls kann vorübergehend in der Antriebs-Magneta-nordnung 30 ein Magnetfeld erzeugt werden, das bei geeigneter Polarität eine betragsmäßig größere und entgegengesetzt gerichtete Kraft auf die Magnetsierungs-Magneta-nordnung 22 ausübt als der Magnetschluss zwischen dem Längsende 22b und dem als Haltevorrichtung agierenden Längsende 26a des Wellenstumpfes 26. In der Folge wird dadurch die Magnetsierungs-Magneta-nordnung unter Verkürzung des axialen Abstandes zwischen dem Längsende 22a der Magnetsierungs-Magneta-nordnung 22 und dem Magnetsierungsabschnitt 16b der weichmagnetischen Spitze 16 in die in Figur 2b dargestellte Magnetsierungsposition verlagert.

[0102] In der in Figur 2b dargestellten Magnetsierungsposition berührt bevorzugt das Längsende 22a der Magnetsierungs-Magneta-nordnung 22 körperlich den Magnetsierungsabschnitt 16b der weichmagnetischen Spitze 16 und bildet einen Magnetschluss mit diesem, wodurch die weichmagnetische Spitze 16 für die Dauer dieses Magnetschlusses selbst magnetisiert ist.

[0103] Dann, wenn die weichmagnetische Spitze 16 magnetisiert ist, lagern sich die in der Suspension 14 befindlichen magnetischen Partikel an dem Eintauch-Ende 16a der Spitze 16 ab, wenn diese in die Suspension 14 eingetaucht ist. Dadurch können die magnetischen Partikel und mit diesen an ihrer Außenseite anhaftende Substanzen aus der Suspension 14 entfernt werden.

[0104] Durch den Magnetschluss zwischen der Magnetsierungs-Magneta-nordnung 22 und der weichmagnetischen Spitze 16 wirken zwischen der Spitze 16 und der Magnetsierungs-Magneta-nordnung 22 magnetische Kräfte, die die Magnetsierungs-Magneta-nordnung 22 in der Magnetsierungsposition halten.

[0105] Die Verlagerung der Magnetsierungs-Magneta-nordnung 22 in die Magnetsierungsposition von Figur 2b und der Verbleib in dieser werden in der hier beispielhaft gezeigten Anordnung durch die Schwerkraft unterstützt.

[0106] Für die Dauer des Magnetschlusses zwischen der Magnetsierungs-Magneta-nordnung 22 und der Spitze 16 braucht die Antriebs-Magneta-nordnung 30 nicht bestromt zu werden. Diese muss lediglich für die Dauer des Lösens der Magnetsierungs-Magneta-nordnung 22 von Längsende 26a des Wellenstumpfes 26 solange bestromt werden, bis die Summe aus Schwerkraft und Anziehungskraft zwischen dem Längsende 22a und der Spitze 16 größer ist als die Anziehungskraft zwischen dem entgegengesetzten Längsende 22b und dem Längsende 26a des Wellenstumpfes. Ab dieser Bedingung läuft die weitere Verlagerung der Magnetsierungs-Magneta-nordnung 22 in die Magnetsierungsposition

selbsttätig ab.

[0107] Somit stellt die lediglich kurzzeitig bestromte Antriebs-Magneta-nordnung 30 keine nennenswerte Wärmequelle im Betrieb der magnetischen Trennvorrichtung 10 dar.

[0108] Da die Magnetsierungs-Magneta-nordnung 22 im dargestellten Beispiel von der Magnetsierungsposition in die Nicht-Magnetsierungsposition gegen die Wirkung der Schwerkraft verlagert werden muss, kann es notwendig sein, die Antriebs-Magneta-nordnung zur Verlagerung der Magnetsierungs-Magneta-nordnung 22 in die Nicht-Magnetsierungsposition länger zu bestromen als zur Verlagerung in die entgegengesetzte Richtung. Auch dies trägt jedoch nicht wesentlich zur Wärmeentwicklung bei, da die Bestromung jedenfalls nicht über die Dauer der Verlagerung hinaus fortgesetzt zu werden braucht. Nach Erreichen des Längsendes 26a des Wellenstumpfes 26 und nach Herstellung eines Magnetschlusses mit diesem verbleibt die Magnetsierungs-Magneta-nordnung 22 erneut in der Nicht-Magnetsierungsposition.

[0109] In dieser Nicht-Magnetsierungsposition ist das weichmagnetische Material der Spitze 16 im Wesentlichen nicht magnetisiert, sodass bei Eintauchen des Eintauchendes 16a in die Suspension 14 keine magnetischen Partikel an dieser sich anlagern.

[0110] In den Figuren 3a bis 4b ist eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Diese zweite Ausführungsform wird nachfolgend nur insofern beschrieben werden, als sie sich von der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform der Figuren 1a bis 2b unterscheidet, auf deren Beschreibung ansonsten auch zur Beschreibung der zweiten Ausführungsform ausdrücklich verwiesen wird.

[0111] Zur Anwendung der oben gegebenen Beschreibung auch auf die zweite Ausführungsform sind gleiche Bauteile und Bauteilabschnitte wie in der ersten Ausführungsform in der zweiten Ausführungsform mit gleichen Bezugszeichen versehen, jedoch zur Unterscheidung um die Zahl 100 erhöht.

[0112] Wesentlicher Unterschied der zweiten Ausführungsform der Figuren 3 und 4 zur ersten Ausführungsform der Figuren 1 und 2 liegt darin, dass die Magnetsierungs-Magneta-nordnung 122 relativ zur weichmagnetischen Spitze 116 unverlagerbar angeordnet ist. Mit ihrem von der Spitze 116 weg weisenden Längsende 122b befindet sich die Magnetsierungs-Magneta-nordnung 122 in dauerhafter Anlage an dem Längsende 126a des Wellenstumpfes 126. Da es im vorliegenden Fall auf magnetische Haltekräfte zwischen dem Wellenstumpf 126 und der Magnetsierungs-Magneta-nordnung 122 nicht ankommt, kann der Wellenstumpf 126 in der zweiten Ausführungsform aus einem beliebigen Material hergestellt sein. Das Längsende 126a braucht nicht weichmagnetisch zu sein.

[0113] Mit seinem der Spitze 116 zugewandten Längsende 122a befindet sich die Magnetsierungs-Magneta-nordnung 122 dauerhaft in Magnetschlusskontakt mit

dem Magnetisierungsabschnitt 116b der Spitze 116, wobei dieser Magnetschluss im vorliegenden Beispiel mittelbar über Zwischenanordnung eines weichmagnetischen Zwischenbauteils 134 hergestellt ist, welches einseitig mit der Magnetisierungs-Magnetanordnung 122 und andererseits mit der weichmagnetischen Spitze 116, insbesondere mit deren Magnetisierungsabschnitt 116b, in körperlichem Berührungskontakt steht.

[0114] Die weichmagnetische Spitze 116 kann durch eine Ringkupplung 136 zusätzlich mit dem Zwischenbauteil 134 gekuppelt sein. Auch die Ringkupplung 136 kann aus weichmagnetischem Material gebildet sein.

[0115] Mit der vorliegend beschriebenen Anordnung kann die weichmagnetische Spitze 116 der zweiten Ausführungsform auswechselbar an der Vorrichtung 110 vorgesehen sein.

[0116] Das Zwischenbauteil 134 ist bevorzugt rotationssymmetrisch bezüglich der Vorrichtungssachse V ausgebildet und angeordnet.

[0117] In der in Figur 1 gezeigten Konfiguration ist die weichmagnetische Spitze 116 magnetisiert, sodass sie in diesem Zustand dazu hergerichtet ist, magnetische Partikel aus der Suspension 114 zu entnehmen.

[0118] Der Magnetisierungszustand der Spitze 116 wird bei der zweiten Ausführungsform durch eine Schalt-Magnetanordnung 130 gesteuert, die relativ zur Magnetisierungs-Magnetanordnung 122 verlagerbar ist. Im dargestellten Beispiel ist die Schalt-Magnetanordnung 130 längs der Vorrichtungssachse V verlagerbar. Sie befindet sich in der Figur 3 in ihrer der Spitze 116 ferneren Einschaltposition, in der die Magnetisierungs-Magnetanordnung 122 gleichsam "eingeschaltet" ist, sodass diese eine Magnetisierung der Spitze 116 bewirkt.

[0119] Die Schalt-Magnetanordnung 130 ist coaxial zur Magnetisierungs-Magnetanordnung 122 angeordnet, sodass ihre Magnetanordnungslängsachse mit der Vorrichtungssachse V zusammenfällt. Gleiches gilt für die Achse M der Magnetisierungs-Magnetanordnung 122.

[0120] Die Schalt-Magnetanordnung 130 weist einen oder mehrere Permanentmagneten auf, welche längs der Vorrichtungssachse V polarisiert sind, wobei die Polarisierung jener der Magnetisierungs-Magnetanordnung 122 entgegengesetzt ist.

[0121] Somit bildet die Schalt-Magnetanordnung 130 an ihrem der Spitze 116 näher gelegenen Längsende einen Magnetpol aus, welcher zu jenem des Längsendes 122a der Magnetisierungs-Magnetanordnung 122 ungleichnamig ist. Für den entgegengesetzten Magnetpol am Längsende 130b gilt in Bezug auf den Magnetpol am Längsende 122b der Magnetisierungs-Magnetanordnung 122 das nämliche. Dadurch ist die in Figur 3 dargestellte Einschaltposition der Schalt-Magnetanordnung 130 relativ zur Magnetisierungs-Magnetanordnung 122 ein stabiler Zustand.

[0122] Um den Magnetisierungszustand der weichmagnetischen Spitze 116 zu verändern und die Schalt-Magnetanordnung 130 von der in Figur 3 dargestellten Einschaltposition in die in Figur 4 dargestellte Ausschaltpo-

sition zu verlagern, ist eine weitere Magnetanordnung 132 vorgesehen, welche im dargestellten Beispiel die Schalt-Magnetanordnung 130 radial außen umgibt. Diese Anordnung ist nicht zwingend. Die weitere Magnetanordnung 132, die als Auslöse-Magnetanordnung 132 im Sinne der Beschreibungseinleitung agiert, kann auch axial neben der Schalt-Magnetanordnung 130 angeordnet sein oder kann in mehreren, vorzugsweise coaxialen Abschnitten ausgebildet sein und die Schalt-Magnetanordnung 130 zwischen ihren Abschnitten erfassen.

[0123] Die im vorliegenden Beispiel dargestellte Anordnung ermöglicht eine Realisierung eines axial besonders kurzen Bauteils aus Schalt- und Auslöse-Magnetanordnung.

[0124] Durch kurze Bestromung der Auslöse-Magnetanordnung 132 kann eine Magnetkraft auf die Schalt-Magnetanordnung 130 ausgeübt werden, sodass diese - unterstützt wiederum von der Schwerkraft - in die in Figur 4 gezeigte Stellung verlagert wird. Diese ist die Ausschaltstellung.

[0125] Da in der Ausschaltposition die Längsenden 122b und 130b der beiden Magnetanordnungen 122 und 130 sich in etwa auf gleicher axialer Höhe befinden und dort ungleichnamige Pole an den unterschiedlichen Magnetanordnungen 122 und 130 ausgebildet sind, ist auch die in Figur 4 dargestellte Ausschaltposition eine stabile Position.

[0126] Wiederum muss die Auslöse-Magnetanordnung 132, die als Elektromagnet eine potentielle Wärmequelle bildet, nur kurzzeitig bestromt werden, wobei die Bestromungsdauer aufgrund der Schwerkraftunterstützung bei der Verlagerung von der Einschaltposition in die Ausschaltposition kürzer ausfallen kann als umgekehrt und wobei die Bestromungsdauer aufgrund der Stabilität beider Positionen: Einschaltposition und Ausschaltposition, zeitlich die Dauer der Verlagerungsbewegung der Schalt-Magnetanordnung 130 nicht überschreiten muss. Aufgrund der Kurzzeitigkeit der Bestromung der Auslöse-Magnetanordnung 132 ist deren Wirkung als Wärmequelle vernachlässigbar.

[0127] Beide gezeigten Ausführungsformen gestatten eine radial äußerst schlanke Bauweise, die die Integration der gezeigten magnetischen Trennvorrichtung in eine Pipettiervorrichtung, insbesondere in einen Pipettierkopf, gestattet, wobei die magnetische Trennvorrichtung dann einen Pipettierkanal in der Pipettiervorrichtung ersetzen kann.

[0128] Die radiale Abmessung der überwiegend - mit der Ausnahme weniger Bauteilabschnitte - rotationssymmetrisch bezüglich der Vorrichtungssachse V ausgebildeten magnetischen Trennvorrichtung ist bevorzugt kleiner als 20 mm im Durchmesser, besonders bevorzugt kleiner als 18 mm im Durchmesser.

Patentansprüche

1. Magnetische Trennvorrichtung (110) zur Trennung

- magnetischer Partikel aus einer Suspension (114) mit einer weichmagnetischen Spitze (116), deren Magnetisierungszustand wahlweise zwischen einem stärker magnetisierten Zustand und einem schwächer magnetisierten Zustand änderbar ist, wobei die Spitze (116) ein Eintauch-Ende (116a) zur Einführung in die Suspension (114) und einen Magnetisierungsabschnitt (116b) zur Änderung des Magnetisierungszustands der Spitze (116) aufweist, wobei die Trennvorrichtung (110) eine erste Magnetanordnung (122) aufweist, deren Magnetfeld im Magnetisierungsabschnitt (116b) der Spitze (116) zur Änderung ihres Magnetisierungszustands zeitlich veränderlich ist,
- dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennvorrichtung (110) eine zweite Magnetanordnung (130) umfasst, wobei die erste (122) und die zweite Magnetanordnung (130) relativ zueinander verlagerbar sind und der Magnetisierungszustand der weichmagnetischen Spitze (116) abhängig von der Relativstellung der beiden Magnetanordnungen (122, 130) ist, wobei die erste Magnetanordnung (122) relativ zur weichmagnetischen Spitze (116) ortsfest ist und die zweite Magnetanordnung (130) relativ zur Spitze (116) und zur ersten Magnetanordnung (122) beweglich ist, wobei die erste Magnetanordnung (122) als Magnetisierungs-Magnetanordnung (122) wenigstens einen Permanentmagneten umfasst und dauerhaft mit der weichmagnetischen Spitze (116) in Magnetschluss-Kontakt steht, und wobei die zweite Magnetanordnung (130) als Schalt-Magnetanordnung (130) wenigstens einen Permanentmagneten umfasst und verlagerbar ist zwischen einer Ausschaltposition, in welcher sie mit ihrem Schalt-Magnetfeld das Magnetisierungs-Magnetfeld der Magnetisierungs-Magnetanordnung (122) im Bereich des Magnetisierungsabschnitts (116b) stärker schwächt, und einer Einschaltposition, in welcher sie mit ihrem Schalt-Magnetfeld das Magnetisierungs-Magnetfeld der Magnetisierungs-Magnetanordnung (122) im Bereich des Magnetisierungsabschnitts (116b) weniger stark schwächt.
2. Magnetische Trennvorrichtung (110) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetisierungs-Magnetanordnung (122) ein Permanentmagnet oder eine Permanentmagnetanordnung mit mehreren Permanentmagneten ist.
 3. Magnetische Trennvorrichtung (110) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetisierungs-Magnetanordnung (122) und die Schalt-Magnetanordnung (130) längs ihrer Relativbewegungsbahn (V) entgegengesetzt polarisiert sind.
 4. Magnetische Trennvorrichtung (110) nach einem
 - der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass sie eine dritte Magnetanordnung (132) aufweist, welche wenigstens eine wahlweise bestrombare elektrische Spule umfasst und welche als Auslöser-Magnetanordnung (132) abhängig von Ihrer Bestromung eine Verlagerung der Schalt-Magnetanordnung (130) zwischen ihrer Einschalt- und ihrer Ausschaltposition bewirkt.
 5. Magnetische Trennvorrichtung (110) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Auslöser-Magnetanordnung (132) zur gemeinsamen Bewegung mit der Schalt-Magnetanordnung (130) gekoppelt ist.
 6. Magnetische Trennvorrichtung (10) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Auslöser-Magnetanordnung (132) koaxial zur Schalt-Magnetanordnung (130) angeordnet ist.
 7. Magnetische Trennvorrichtung (10) nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Auslöser-Magnetanordnung (132) wenigstens zwei koaxiale Wicklungsabschnitte aufweist, zwischen welchen die Schalt-Magnetanordnung (130) angeordnet ist.
 8. Magnetische Trennvorrichtung (110) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass sich die weichmagnetische Spitze (116) längs einer Spitzenachse (L) erstreckt, vorzugsweise zumindest abschnittsweise rotationssymmetrisch bezüglich der Spitzenachse (L) als Rotationssymmetrieachse (M) ausgebildet ist, wobei eine Relativverlagerungsbahn (V) der beiden Magnetanordnungen (122, 130) parallel, vorzugsweise kollinear mit der Spitzenachse (L) ist.
 9. Magnetische Trennvorrichtung (110) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die eine Magnetanordnung (130) die jeweils andere (122) umgibt, vorzugsweise koaxial umgibt.
 10. Magnetische Trennvorrichtung (110) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, unter Einbeziehung des Anspruchs 8,
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Teil der Permanentmagneten wenigstens einer, vorzugsweise beider Magnetanordnungen (122, 130) koaxial zur Spitzenachse (L) verläuft und längs dieser Achse (L) polarisiert ist und bevorzugt bezüglich der Spitzenachse (L) als Rotationssymmetrieachse (M) rotationssymmetrisch ausgebildet ist.
 11. Magnetische Trennvorrichtung (110) nach einem

der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass sich die weichmagnetische Spitze (116) längs einer Spitzenachse (L) erstreckt, wobei die Trennvorrichtung (110) einen Drehantrieb aufweist, durch welchen die Spitze (116) um ihre Spitzenachse (L) rotierbar ist. 5

12. Pipettiervorrichtung mit wenigstens einer magnetischen Trennvorrichtung (110) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 anstelle eines Pipettierkanals. 10

13. Flüssigkeits-Handhabungsvorrichtung mit einer Mehrzahl von magnetischen Trennvorrichtungen (110) gemäß den Anspruch 11, wobei die Mehrzahl von magnetischen Trennvorrichtungen (110) mit rasterartig angeordneten parallelen Spitzenachsen (L) vorgesehen ist, wobei jede Trennvorrichtung (110) einen eigenen Drehantrieb zur Rotation der jeweiligen Spitze (116) um ihre Spitzenachse (L) aufweist, welcher gesondert von den Drehantrieben der übrigen Trennvorrichtungen (110) betreibbar ist. 15
20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

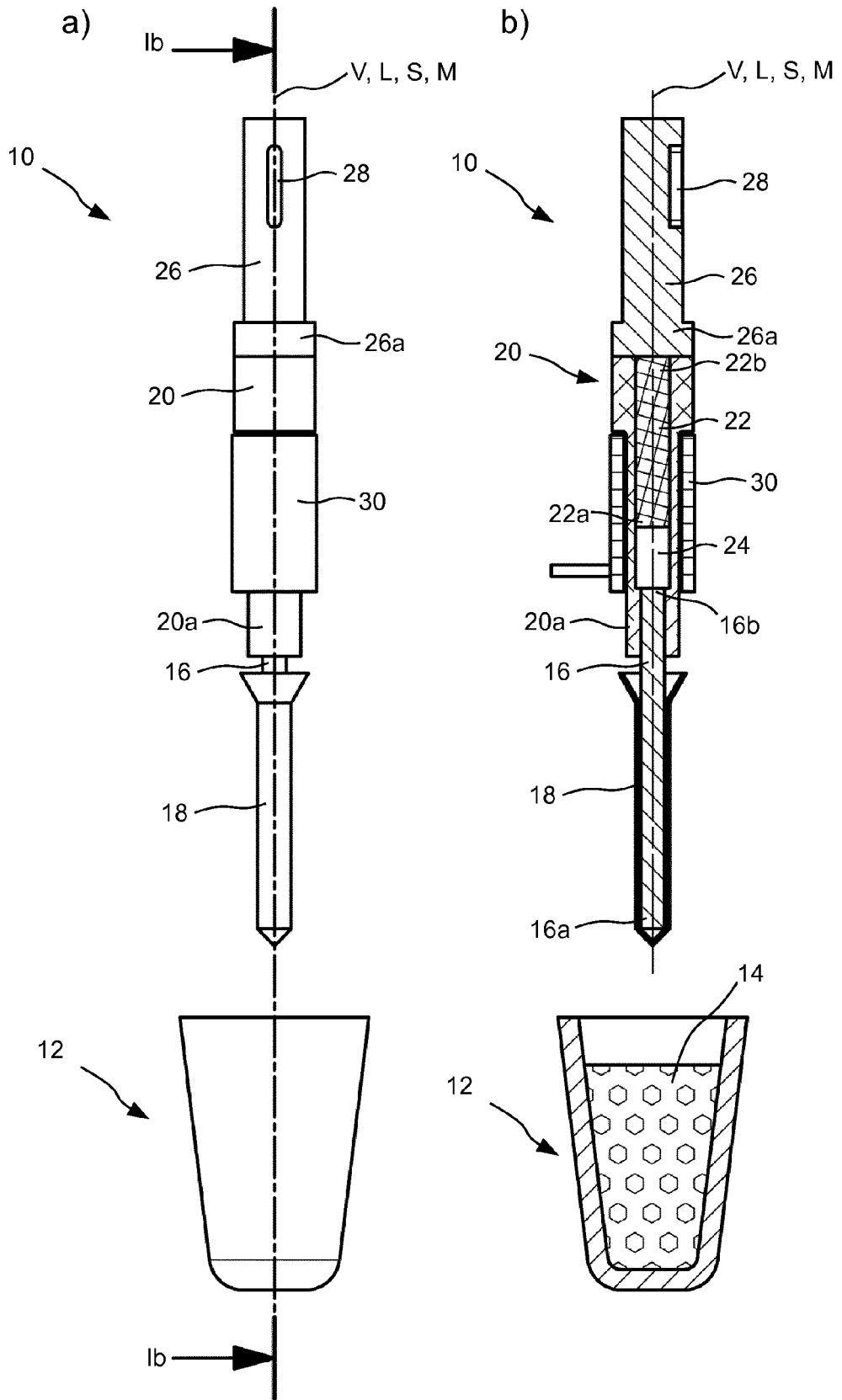


Fig. 2

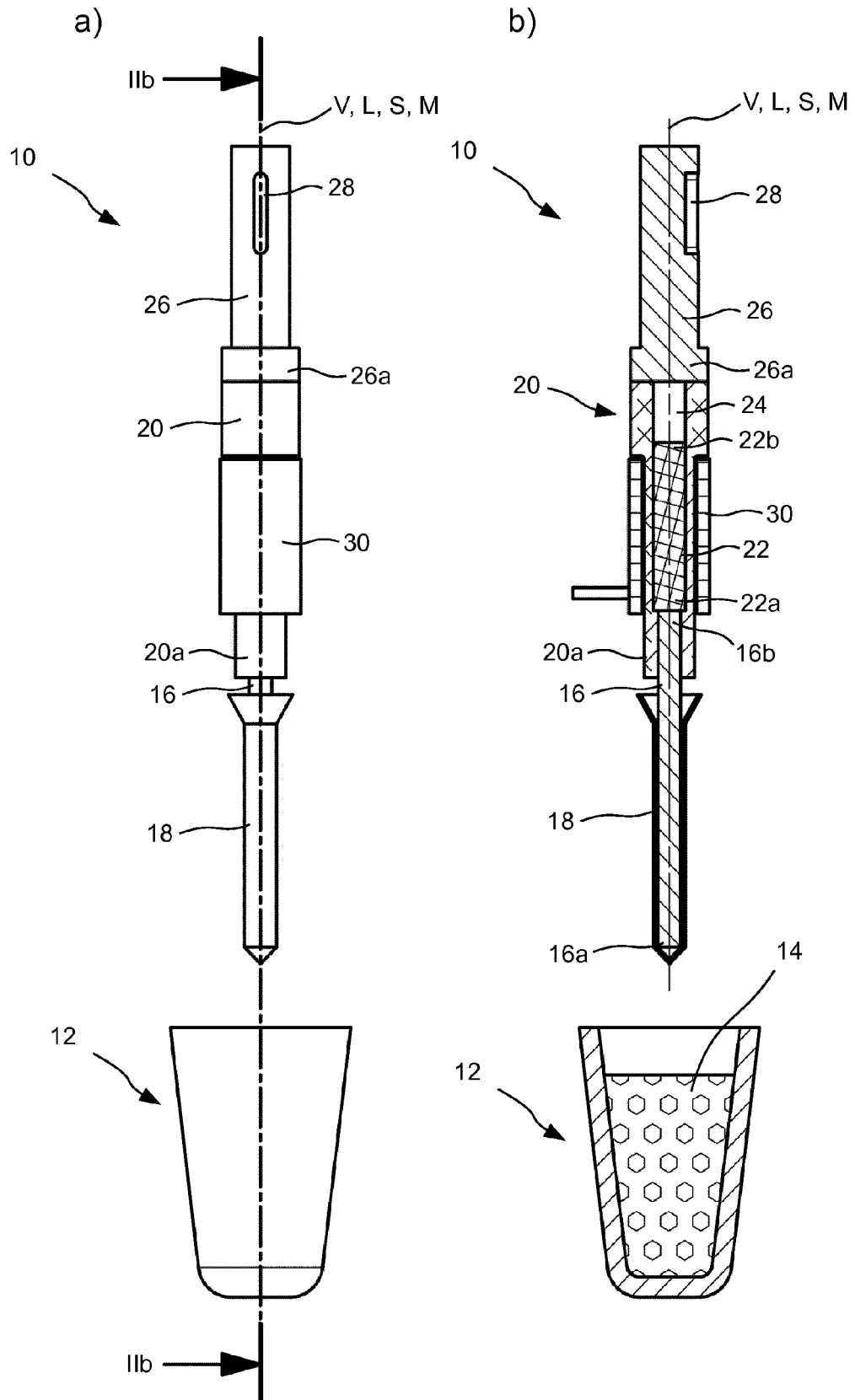


Fig. 3

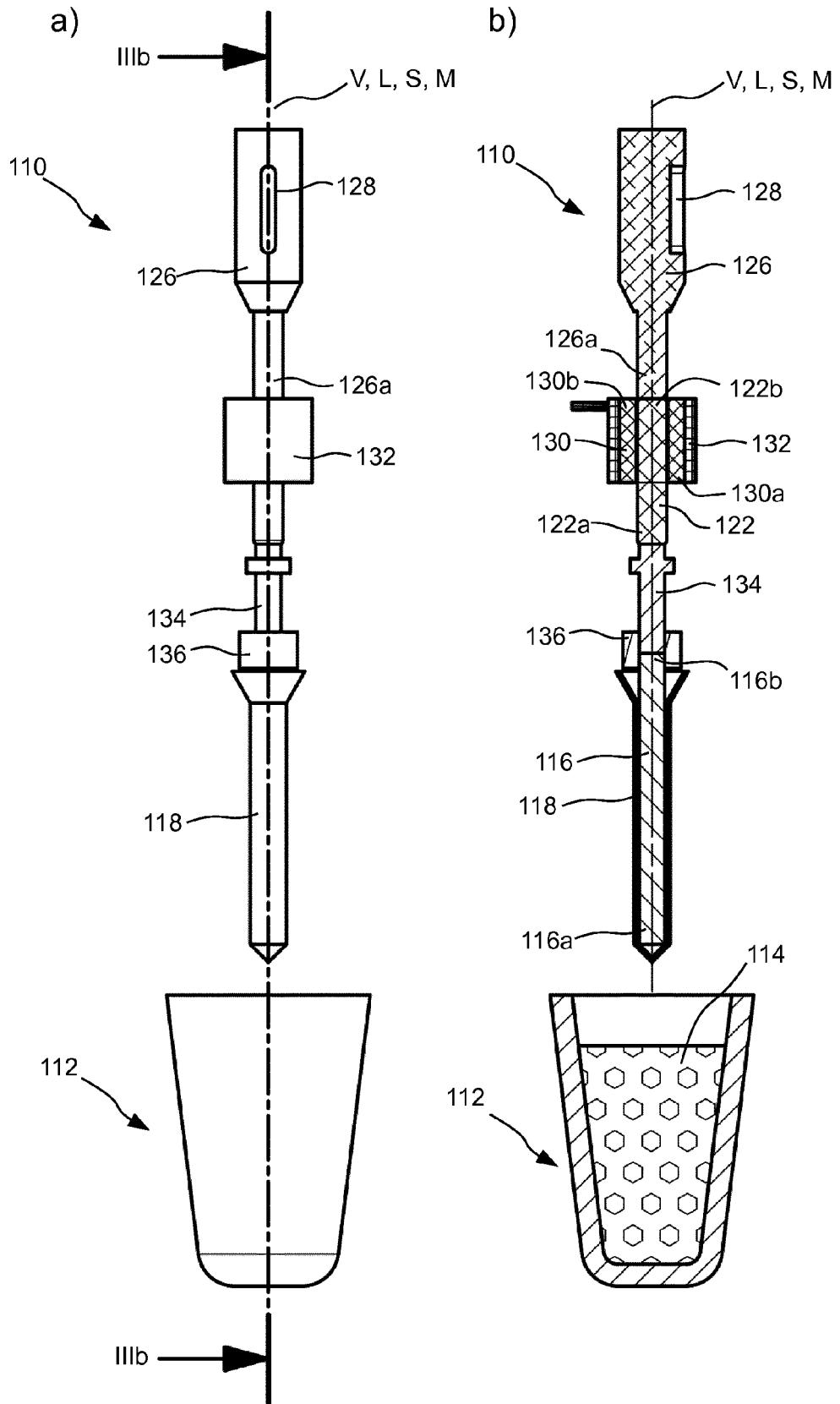
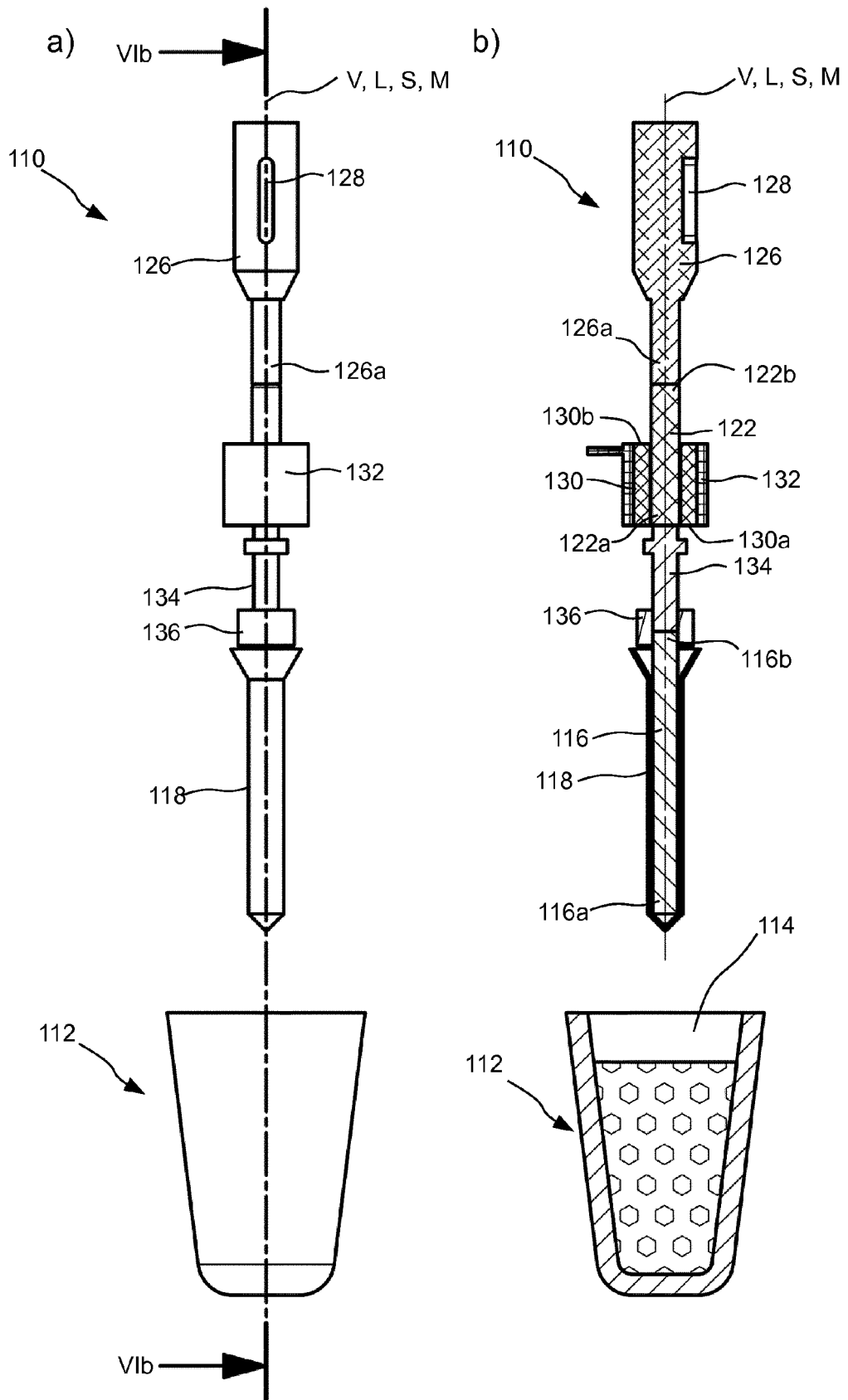


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 18 20 4538

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	A US 2008/170966 A1 (COOK DOUGLAS LEE [US] ET AL) 17. Juli 2008 (2008-07-17) * Abbildungen 1,2 * * Absatz [0029] - Absatz [0033] *	1-13	INV. B03C1/033 B03C1/034 B03C1/28
15	A US 2 693 979 A (RUSSELL GEORGE L) 9. November 1954 (1954-11-09) * Abbildung 4 * * Spalte 3, Zeile 80 - Spalte 5, Zeile 15 *	1-13	
20	A US 2006/269385 A1 (ZOBEL HANS-JORG [US] ET AL) 30. November 2006 (2006-11-30) * Abbildung 5 * * Absatz [0062] - Absatz [0064] *	1-13	
25	A US 6 409 925 B1 (GOMBINSKY MOSHE [IL] ET AL) 25. Juni 2002 (2002-06-25) * Abbildung 2 * * Spalte 10, Zeile 47 - Spalte 11, Zeile 19 *	1-13	
30	A US 2009/189464 A1 (SCHILFFARTH ADAM [US]) 30. Juli 2009 (2009-07-30) * Abbildungen 1A, 1B * * Absatz [0025] - Absatz [0026] *	1-13	
35	A,D WO 02/40173 A1 (KARLSRUHE FORSCHZENT [DE]; FRANZREB MATTHIAS [DE]; WOHLGEMUTH JONAS [D]) 23. Mai 2002 (2002-05-23) * Seite 5 *	1-13	
40	A,D US 5 647 994 A (TUUNANEN JUKKA [FI] ET AL) 15. Juli 1997 (1997-07-15) * das ganze Dokument *	1-13	
45	-/--		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B03C
2	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort Den Haag	Abschlussdatum der Recherche 22. Januar 2019	Prüfer Menck, Anja
50	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 18 20 4538

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)
A	WO 2004/035217 A1 (BIO NOBILE OY [FI]; RUNDT KENNETH [FI]; KORPELA MATTI [FI]) 29. April 2004 (2004-04-29) * Abbildungen 1,2 * -----	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 22. Januar 2019	Prüfer Menck, Anja
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus 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 18 20 4538

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.

22-01-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2008170966 A1	17-07-2008	KEINE	
US 2693979 A	09-11-1954	KEINE	
US 2006269385 A1	30-11-2006	US 2006269385 A1 US 2009297327 A1	30-11-2006 03-12-2009
US 6409925 B1	25-06-2002	AU 2439099 A CA 2327798 A1 CN 1295669 A EP 1060397 A1 US 6409925 B1 WO 9940444 A1	23-08-1999 12-08-1999 16-05-2001 20-12-2000 25-06-2002 12-08-1999
US 2009189464 A1	30-07-2009	CA 2712430 A1 CA 2712431 A1 CN 101932930 A CN 101932932 A EP 2238441 A2 EP 2255183 A2 JP 2011510631 A JP 2011511273 A KR 20100117062 A KR 20100120128 A KR 20120116515 A US 2009189464 A1 US 2009191638 A1 US 2012183441 A1 US 2012184037 A1 WO 2009094642 A2 WO 2009094648 A2	30-07-2009 30-07-2009 29-12-2010 29-12-2010 13-10-2010 01-12-2010 07-04-2011 07-04-2011 02-11-2010 12-11-2010 22-10-2012 30-07-2009 30-07-2009 19-07-2012 19-07-2012 30-07-2009 30-07-2009
WO 0240173 A1	23-05-2002	AT 361785 T AU 9561701 A AU 2001295617 B2 CA 2429296 A1 DE 10057396 C1 DK 1333932 T3 EP 1333932 A1 ES 2287163 T3 JP 4065401 B2 JP 2004524135 A US 2004029291 A1 WO 0240173 A1	15-06-2007 27-05-2002 20-07-2006 23-05-2002 04-04-2002 30-07-2007 13-08-2003 16-12-2007 26-03-2008 12-08-2004 12-02-2004 23-05-2002
US 5647994 A	15-07-1997	AU 7074394 A	17-01-1995

EPO FORM P0461

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

55

Seite 1 von 2

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

EP 18 20 4538

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.

22-01-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
			DE 69420974 D1	04-11-1999
			DE 69420974 T2	31-05-2000
			EP 0737110 A1	16-10-1996
15			FI 956135 A	20-12-1995
			JP 3254681 B2	12-02-2002
			JP H08511721 A	10-12-1996
			NO 955200 A	20-12-1995
			US 5647994 A	15-07-1997
			WO 9500247 A1	05-01-1995
20	-----	-----	-----	-----
	WO 2004035217 A1	29-04-2004	AT 526088 T	15-10-2011
			AU 2003274406 A1	04-05-2004
			EP 1560655 A1	10-08-2005
			FI 20021870 A	19-04-2004
25			JP 4783016 B2	28-09-2011
			JP 2006502850 A	26-01-2006
			US 2006118494 A1	08-06-2006
			WO 2004035217 A1	29-04-2004
30	-----	-----	-----	-----
35				
40				
45				
50				

EPO FORM P0461

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

55

Seite 2 von 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

- WO 0240173 A1 [0004] [0006] [0007] [0009]
- US 4751053 A [0009]
- US 7776221 B2 [0010]
- DE 102005004664 A1 [0013]
- US 5567326 A [0013]
- US 4649116 A [0014]
- US 5647994 A [0018] [0019]