



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.05.2022 Patentblatt 2022/21

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B07B 1/42 (2006.01) B07B 1/46 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21162464.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B07B 1/42; B07B 1/4636; B07B 2201/02; B07B 2230/04

(22) Anmeldetag: **12.03.2021**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **A O Ideas GmbH**
8581 Schocherwil (CH)

(72) Erfinder: **CARRASCO, César**
8581 Schocherswil (CH)

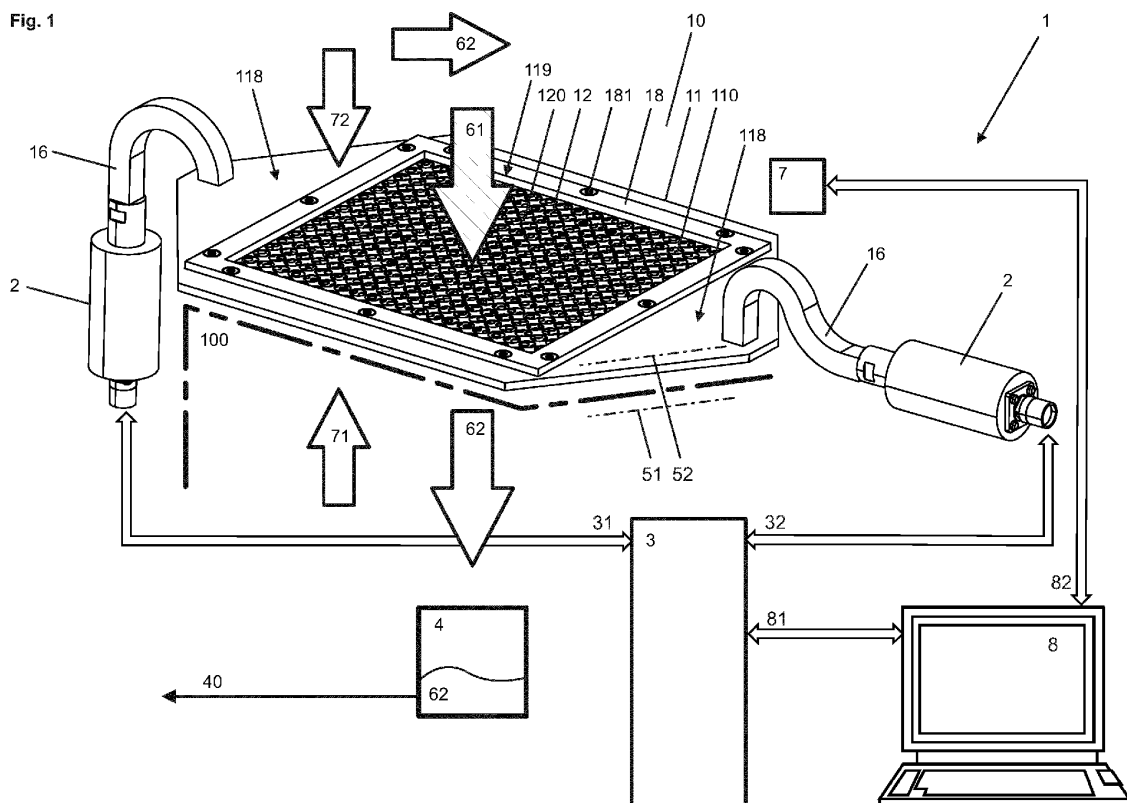
(74) Vertreter: **Rutz & Partner**
Alpenstrasse 14
Postfach 7627
6304 Zug (CH)

(30) Priorität: **20.11.2020 EP 20209093**

(54) **SIEBWERKZEUG UND SIEBVORRICHTUNG**

(57) Das Siebwerkzeug (10) umfasst einen Siebbelag, der mit wenigstens einem Kopplungselement (16) verbunden ist, das über einen Ultraschallwandler (2) mit einem Ultraschallgenerator (3) verbindbar ist. Erfindungsgemäss ist eine mit einer Oberseite und einer Unterseite versehene metallene Arbeitsplatte (11) vorgese-

hen, die wenigstens einen Anschlussbereich (118), an dem das wenigstens eine Kopplungselement (16), das stabförmig ausgebildet und aus Metall gefertigt ist, angeschweisst ist, und die wenigstens einen Transferbereich (119) mit ersten Transferöffnungen (110) umfasst, der einen ersten Siebbelag bildet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Siebwerkzeug zum Bearbeiten eines Prozessguts unter Anwendung von Ultraschall sowie eine Siebvorrichtung mit wenigstens einem solchen Siebwerkzeug.

[0002] Siebvorrichtungen, die dem Aufteilen eines Prozessguts, z.B. eines Feststoffgemisches, in Fraktionen mit unterschiedlichen Korngrößen dienen, werden z.B. in der Rohstoffaufbereitung, der Nahrungsmittelindustrie, der chemischen Industrie und der Baustoffindustrie verwendet.

[0003] Gemäss <https://en.wikipedia.org/wiki/Sieve> umfasst eine Siebvorrichtung einen Siebbelag, der als Trennmedium eine Vielzahl gleich grosser Öffnungen enthält. Der Siebbelag besteht entweder aus Metall (Lochblech, Drahtgewebe, Metallgitter oder Metallstäben), Kunststoff, Gummi verschiedener Härten oder Seidengaze. Die Grösse der Öffnungen wird als Maschenweite bezeichnet und definiert den Siebschnitt. Grössere Körner verbleiben oberhalb der Öffnungen (Siebüberlauf), kleinere Körner fallen nach unten (Siebdurchgang). Ein Korn, das in etwa gleich gross ist wie die Maschenweite, nennt man Grenzkorn. Ein Sieb kann aus einem oder mehreren übereinanderliegenden Siebbelägen bestehen, wobei der Siebbelag mit der grössten Maschenweite im Siebstapel oben liegt. Für den Wirkungsgrad eines Siebs ist die Sauberkeit des Siebbelags von Bedeutung. Insbesondere die Verstopfung der Sieböffnungen durch Grenzkorn muss durch geeignete Massnahmen (z.B. Bürsten, Kugeln, Ketten, Gummwürfel, die auf oder unter dem Sieb mit "laufen" oder durch eine Vergrösserung der Lochdurchmessers nach unten, wie bei z.B. bei konisch oder doppelt zylindrisch gebohrten Löchern, vermieden werden).

[0004] Die WO2018219840A1 offenbart eine Siebvorrichtung mit einem Siebwerkzeug, das einen Siebrahmen aufweist, von dem ein Siebbelag gehalten ist. Zur Verbesserung der Siebleistung wird Ultraschallenergie in den Siebrahmen eingekoppelt, die sich ausgehend vom Siebrahmen auf den Siebbelag verteilt.

[0005] Diese Anordnung weist wesentliche Nachteile auf. Der Siebbelag ist mit dem Siebrahmen normalerweise fest verbunden, verschweisst oder verklebt, und kann bei auftretenden Mängeln nur mit grossem Aufwand, d.h. zusammen mit dem gesamten Siebrahmen ersetzt werden.

[0006] Durch die periphere Einkopplung von Ultraschallenergie erfolgt eine ungleichmässige Verteilung der Ultraschallenergie auf dem Siebbelag und oft eine unerwünschte Erwärmung des Siebbelags oder Teilen davon, die zu erheblichen mechanischen und thermischen Belastungen führen kann. Aufgrund der peripheren Einkopplung der Ultraschallenergie treten in der Einkopplungszone des Siebbelags und im Zentralbereich des Siebbelags an dessen Elementen Temperaturen auf, die wesentlich voneinander abweichen und hohe mechanische Spannungen verursachen können. Das

punktueller Auftreten hoher Temperaturen kann zu Schäden am Siebbelag, in dessen Peripherie oder in dessen Arbeitsbereich, z.B. an Verbindungsstellen oder an einzelnen Drähten des Drahtgeflechts führen.

[0007] Neben thermischen Materialschäden durch Schmelzen können aufgrund mechanischer Spannungen weitere Materialschäden auftreten. Durch mechanische Spannungen können Teile des Siebbelags oder Drahtgeflechts aufreissen, weshalb das Siebwerkzeug mit entsprechendem Aufwand ersetzt werden muss.

[0008] Wesentlich ist auch, dass eine punktuell unzulässig hohe Erwärmung des Prozessguts auftreten kann. Pharmazeutische Pulver oder auch Nahrungsmittel in Pulverform können durch Erwärmung strukturell verändert werden und die geforderten Eigenschaften verlieren. Durch partielle Schäden kann hingegen das ganze bearbeitete Prozessgut gegebenenfalls nicht mehr weiter verwendet werden.

[0009] Weiterhin ist zu beachten, dass bekannte Siebwerkzeuge nur in einem schmalen Anwendungsbereich einsetzbar sind. Zur Erfüllung verschiedener Siebfunktionen sind in der Regel mehrere Siebwerkzeuge erforderlich.

[0010] Dabei ist zu beachten, dass Siebwerkzeuge nicht nur zum konventionellen Sieben, sondern auch für andere Zwecke verwendet werden. Beispielsweise werden Medien durch den Siebbelag zu einem bearbeiteten Produkt geführt.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Siebwerkzeug, das unter Anwendung von Ultraschallenergie arbeitet, und eine Siebvorrichtung mit einem solchen Siebwerkzeug zu schaffen.

[0012] Die Siebvorrichtung soll es erlauben, ein Produkt oder Prozessgut effizient zu bearbeiten, zu sieben oder zu mischen oder zu dosieren oder unter Einwirkung weiterer Medien zu verändern.

[0013] Die Siebvorrichtung soll möglichst keinen oder nur geringen Wartungsaufwand verursachen. Sofern eine Wartung der Siebvorrichtung erforderlich ist, soll diese mit geringem Aufwand rasch durchgeführt werden können, sodass nur geringe Wartungskosten und Ausfallzeiten für die Siebvorrichtung resultieren.

[0014] Weiterhin soll die Siebvorrichtung rasch und mit minimalem Aufwand an geänderte Arbeitsprozesse angepasst werden können.

[0015] Das Siebwerkzeug soll eine effiziente Bearbeitung des Prozessguts gewährleisten, sodass das Prozessgut oder bearbeitete Produkt optimal gesiebt oder gemischt oder dosiert oder auf andere Weise verändert werden kann.

[0016] Beim Sieben von Prozessgut soll ein erhöhter Materialdurchsatz erzielt werden. Weiterhin soll es möglich sein, Prozessgut auch in Kleinstmengen präzise zu mischen oder zu dosieren. Sofern eine andere Bearbeitung des Prozessguts vorgesehen ist, sollen Partikel des Prozessguts zuverlässig vereinzelt und bearbeitet, z.B. mit anderen Medien beaufschlagt werden können.

[0017] Das Siebwerkzeug soll eine optimale Übertragung von Ultraschallenergie auf den Siebbelag und das Prozessgut gewährleisten. Dabei sollen thermische und mechanische Überlastungen des Siebwerkzeugs oder Teilen davon ebenso vermieden werden, wie eine unzulässige Erwärmung des Prozessguts oder des bearbeiteten Produkts.

[0018] Das Siebwerkzeug soll weitgehend wartungsfrei arbeiten. Falls hingegen trotzdem eine Wartung, gegebenenfalls ein Austausch eines Siebbelags, einmal notwendig werden sollte, so sollen die Wartungsarbeiten rasch und mit minimalem Aufwand durchführbar sein.

[0019] Mit einem einzigen Siebwerkzeug soll es zudem möglich sein, unterschiedliche Arbeitsprozesse gleichzeitig zu unterstützen, z.B. mehr als ein Siebverfahren gleichzeitig durchzuführen.

[0020] Diese Aufgabe wird mit einem Siebwerkzeug und einer Siebvorrichtung gelöst, welche die in Anspruch 1 bzw. 11 angegebenen Merkmale aufweisen. Vorteilhaftige Ausgestaltungen der Erfindung sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

[0021] Das Siebwerkzeug, das der Bearbeitung eines Prozessmaterials dient, umfasst einen Siebbelag, der mit wenigstens einem Kopplungselement verbunden ist, das über einen Ultraschallwandler mit einem Ultraschallgenerator verbindbar ist. Das Prozessmaterial ist beispielsweise ein Nahrungsmittelprodukt, ein chemisches Produkt, oder ein pharmazeutisches Produkt, das ganz oder teilweise durch den Siebbelag hindurchgeführt wird. Typischerweise wird das Prozessmaterial als Pulver, Granulat oder in einer Mischform zugeführt.

[0022] Erfindungsgemäss ist eine mit einer Oberseite und einer Unterseite versehene metallene Arbeitsplatte vorgesehen, die wenigstens einen Anschlussbereich, an dem das wenigstens eine Kopplungselement, das stabförmig ausgebildet und aus Metall gefertigt ist, angeschweisst ist, und die wenigstens einen Transferbereich mit ersten Transferöffnungen umfasst, der einen ersten Siebbelag bildet.

[0023] Das Siebwerkzeug umfasst somit eine Arbeitsplatte mit einem einstückig integrierten Siebbelag, in den Ultraschallenergie direkt einkoppelbar ist. Zwischen dem angeschweissten Kopplungselement oder den angeschweissten Kopplungselementen und dem Siebbelag bzw. allen Elementen des Siebbelags bestehen somit keine weiteren Übergänge, wie peripher am Siebbelag vorgesehene Klemmstellen, Schweissstellen, Klebestellen, und der weichen, welche die einströmende Ultraschallenergie überwinden muss und die in der Regel Ultraschallenergie absorbieren und sich erwärmen.

[0024] Es resultieren somit keine Energieverluste an Übergängen, welche eine höhere Einkopplung an Ultraschallenergie erfordert, die wiederum zu erhöhten Energieverlusten und erhöhter Erwärmung führt. Da Energieverluste vermieden werden, arbeitet das erfindungsgemässe Siebwerkzeug mit erhöhter Effizienz und erfordert weniger Ultraschallenergie, wodurch Verluste und Erwärmungen noch weiter reduziert werden, die an der

Schweisstelle des Kopplungselements auftreten. Die Schweisstelle wird daher weniger belastet.

[0025] Da eine erhöhte Erwärmung des Siebbelags und insbesondere auch punktuell erhöhte Erwärmungen oder sogenannte Hotspots innerhalb oder an der Peripherie des Siebbelags entfallen, werden auch Temperaturdehnungen innerhalb des Siebbelags vermieden, die zu einer mechanischen Beschädigung des Siebwerkzeugs oder Teilen davon führen könnten. Erfindungsgemässe Siebwerkzeuge können daher weitgehend verschleissfrei und wartungsfrei betrieben werden.

[0026] Da eine erhöhte Erwärmung des Siebbelags und punktuell erhöhte Erwärmungen darin entfallen, ergeben sich auch keine nachteiligen Einwirkungen auf das bearbeitete Prozessgut.

[0027] Da bei der Einkopplung von Ultraschallenergie Erwärmungen und Hotspots im Siebwerkzeug weitgehend vermieden werden, erlaubt das Siebwerkzeug somit auch die Einkopplung erhöhter Ultraschallenergie, um das Prozessgut zu bearbeiten, welches mit konventionellen Siebwerkzeugen nicht oder nicht effizient bearbeitet werden kann. Das erfindungsgemässe Siebwerkzeug kann daher bedarfsweise mit geringen Energiemengen oder auch mit sehr hohen Energiemengen betrieben werden, und weist somit eine hohe Dynamik auf.

[0028] Beim Bearbeiten, insbesondere Sieben von Prozessgut wird aufgrund der hohen Effizienz des Siebwerkzeugs ein erhöhter Durchsatz von Prozessmaterial erzielt, welches beim Bearbeitungsprozess den Siebwerkzeug zugeführt und von diesem wieder entnommen wird. Das Prozessgut muss dabei nicht zwingend durch den Siebbelag hindurch geführt werden. Stattdessen kann ein Medium, welches der Bearbeitung des Prozessguts dient, durch den Siebbelag hindurch geführt werden. Beispielsweise wird das Prozessgut oberhalb des Siebbelags unter Einwirkung der von Ultraschallenergie vereinzelt gehalten, während durch den Siebbelag des Siebwerkzeugs ein Medium hindurch geführt wird, mittels dessen die vereinzelt Partikel des Prozessguts beaufschlagt werden. Beispielsweise wird Luft, Gas, Feuchtigkeit, Dampf oder ein pulverförmiges Prozessmaterial durch das erste Siebwerkzeug oder ein weiteres Siebwerkzeug zugeführt. Während der Bearbeitung werden die Partikel des Prozessguts z.B. beschichtet und/oder in ihrer Struktur verändert und/oder kompaktiert und/oder mit weiteren Partikeln des Prozessguts oder des zugeführten Pulvers gekoppelt.

[0029] Die Verwendung der entsprechend stabilen Arbeitsplatte erlaubt es zudem, das Siebwerkzeug vorteilhaft mit wenigstens einem weiteren Werkzeug bzw. einer Werkzeugeinheit zu koppeln, mittels der das Prozessmaterial vorbearbeitet oder nachbearbeitet werden kann. Beispielsweise ist eine Werkzeugeinheit vorgesehen, mittels der das Prozessmaterial gefördert und/oder durchmischt und/oder aufgetrennt und/oder verwirbelt und/oder mit einer weiteren Materialkomponente gemischt oder beaufschlagt werden kann.

[0030] Die Werkzeugeinheit kann bewegte Teile

und/oder nicht-bewegte Teile aufweisen. Vorzugsweise ist ein Antriebsmotor vorgesehen, mittels dessen bewegte Teile angetrieben werden können. Beispielsweise ist auf einer Seite der Arbeitsplatte des Siebwerkzeugs wenigstens ein Rotor vorgesehen, mittels dessen zugeführtes Prozessmaterial aufgetrennt und/oder verwirbelt und/oder gegen die Arbeitsplatte geführt oder gedrückt werden kann. Auf der anderen Seite kann wiederum ein Rotor vorgesehen sein, mittels dessen das durch den Siebbelag geführte Prozessmaterial verwirbelt wird, so-

[0031] VORZUGSWEISE weist die Arbeitsplatte wenigstens ein Montageelement auf, mittels dessen die wenigstens eine zusätzliche Werkzeugeinheit gehalten werden kann. Die stabile Arbeitsplatte dient dabei einerseits als Siebbelag und andererseits als Basisplatte für die Verbindung mit weiteren Werkzeugen.

[0032] In einer vorzugsweisen Ausgestaltung umfasst die Arbeitsplatte eine Öffnung oder Lageröffnung in der eine Rotorwelle hindurchgeführt und vorzugsweise gelagert oder beispielsweise mittels einer Lagerbüchse gehalten ist, sodass mittels der Rotorwelle wenigstens ein Rotor oberhalb der Arbeitsplatte und/oder wenigstens ein Rotor unterhalb der Arbeitsplatte angetrieben werden kann.

[0033] Das Siebwerkzeug kann in seinen Dimensionen und der Struktur des Siebbelags an die vorliegenden Prozesse und Prozessmaterialien angepasst werden. Im Bereich der Pharmazie z.B., können Kleinstmengen eines Prozessguts mit Siebwerkzeugen mit entsprechend geringen Abmessungen z.B. mit Oberflächen des Siebbelags im Bereich von nur 1 cm² bearbeitet werden. Im Bereich der Nahrungsmittelindustrie können Siebbeläge mit Oberflächen im Bereich von mehreren Quadratmetern eingesetzt werden. Die Arbeitsplatte weist z.B. eine Dicke in einem Bereich von 0.5 mm - 20 mm, weiter bevorzugt in einem Bereich von 1 mm - 5 mm und eine Oberfläche in einem Bereich von 1 cm² - 16 m² auf.

[0034] In vorzugsweisen Ausgestaltungen ist das Kopplungselement oder die Arbeitsplatte in ihrem Anschlussbereich oder im Transferbereich gekrümmt. Vorzugsweise sind das Kopplungselement und der Anschlussbereich gekrümmt. Auf diese Weise gelingt eine optimale Einkopplung von Ultraschallenergie in den Transferbereich der Arbeitsplatte. Der Transferbereich kann zudem eine Oberflächenwelligkeit aufweisen, die bei entsprechend gewählter Frequenz der Ultraschallenergie und bei gegebener Partikelgrösse des Prozessguts verbesserte Arbeitsergebnisse, insbesondere eine optimale Vereinzelung der Partikel des Prozessguts ergibt.

[0035] Die Arbeitsplatte und das wenigstens eine Kopplungselement sind vorzugsweise aus demselben Material gefertigt. Für die Fertigung des Siebwerkzeugs werden vorzugsweise hochwertige Metalle, wie Edelstahl, Chromstahl, Aluminium, Kupfer oder Titan, verwendet.

[0036] In bevorzugten Ausgestaltungen ist vorgese-

hen, dass an der Oberseite der Arbeitsplatte und/oder an der Unterseite der Arbeitsplatte wenigstens ein zweiter Siebbelag angeordnet ist. Beispielsweise wird ein zweiter, dritter oder weiterer Siebbelag in der Ausgestaltung eines Drahtgeflechts oder einer Lochplatte auf die Arbeitsplatte aufgelegt. Typischerweise sind die Transferöffnungen, Maschenöffnungen oder Lochöffnungen dieses wenigstens einen zweiten Siebbelags kleiner gewählt als die Transferöffnungen der Arbeitsplatte. Besonders bevorzugt werden zweite und weitere Siebbeläge eingesetzt, die aus Metall gefertigt sind. Einsetzbar sind hingegen auch aus Kunststoff gefertigte Siebbeläge.

[0037] Aus der Verwendung eines weiteren Siebbelags resultieren zahlreiche Vorteile. Der zweite oder zweite und weitere Siebbelag wird strukturell durch die Arbeitsplatte gestützt und muss daher keine Eigenstabilität aufweisen. Die Siebbeläge können daher in einfacher Weise und mit minimalem Aufwand gefertigt werden. Es sind z.B. Drahtgeflechte mit dünnen Drähten oder dünne Metallplatten oder Folien einsetzbar, die in einfacher Weise, z.B. mittels Stanztechnik, Ätztechnik oder Lasertechnik gefertigt oder bearbeitet werden können. Die Siebbeläge können mit geringen Kosten und idealer Anpassung an die Prozesse des Anwenders gefertigt werden.

[0038] Zweite oder weitere Siebbeläge können bedarfsweise auf dem Siebwerkzeug befestigt und mit wenigen Handgriffen ausgetauscht werden. Eine Anpassung an Prozessänderungen ist ohne Austausch des Siebwerkzeugs und nur mit Austausch des zweiten oder weiteren Siebbelags möglich. Das Siebwerkzeug kann somit rasch an beliebige Prozesse angepasst werden.

[0039] Ultraschallenergie wird in der Folge nicht nur peripher, sondern über die gesamte Fläche des zweiten oder weiteren Siebbelags gleichmässig in diese eingekoppelt. Es resultieren keine Erwärmung und keine Hotspots innerhalb der zusätzlich aufgelegten Siebbeläge. Aufgrund der optimalen Einkopplung von Ultraschallenergie über die gesamte Fläche des Siebbelags resultieren optimale Arbeitsergebnisse und nur minimale Belastungen der Siebbeläge. Aufgrund der optimalen Einkopplung von Ultraschallenergie kann die eingekoppelten Ultraschallenergie wiederum reduziert werden. Sofern hingegen eine Einkopplung war Ultraschallenergie erwünscht ist, treten aufgrund der optimalen Einkopplung keine Erwärmung und keine Schäden am Siebbelag auf.

[0040] Die Ankopplung eines flexiblen Siebbelags an die Arbeitsplatte erfolgt vorzugsweise durch Montageelemente und wird durch das aufgelegte Prozessgut im Arbeitsbereich unterstützt. Ferner kann auf einer Seite ein atmosphärischer Überdruck vorgesehen werden, durch den der wenigstens eine zweite Siebbelag gegen die Arbeitsplatte gedrückt oder gezogen wird.

[0041] Vorzugsweise sind Montageelemente vorgesehen, mittels denen der wenigstens eine zweite Siebbelag an die Arbeitsplatte angedrückt und gegebenenfalls gespannt wird. Die Montageelemente können mit dem Siebwerkzeug formschlüssig oder kraftschlüssig verbun-

den sein oder beim Vorgang der Montage des Siebwerkzeugs in der Siebvorrichtung verbunden werden.

[0042] Vorzugsweise weist die Arbeitsplatte auf wenigstens einer Seite eine oder mehrere Ausnehmungen auf, in der oder in denen der wenigstens eine zweite Siebbelag oder die Montageelemente gehalten sind. Das Siebwerkzeug kann daher auch mit der Ausrüstung von weiteren Siebbelägen flach und dünn ausgestaltet und vorteilhaft in beliebigen Prozessen eingesetzt werden.

[0043] Vorzugsweise ist der wenigstens eine zweite Siebbelag durch einen Montagerahmen aus Metall oder Kunststoff gehalten. Der Montagerahmen ist mit weiteren Montageelementen, wie Schrauben aus Metall oder Kunststoff oder pneumatischen Elementen, wie aufblasbaren Reifen, mit der Arbeitsplatte verbunden. Vorzugsweise wird ein Montagerahmen aus Kunststoff verwendet, der mittels Kunststoffschrauben fixiert wird. Der Montagerahmen kann eine beliebige geometrische Form aufweisen z.B. rund oder rechteckig ausgebildet sein.

[0044] Die Verwendung pneumatischer Elemente erlaubt es, das Siebwerkzeug in einfacher Weise zu installieren und wieder zu lösen, beispielsweise um einen neuen zweiten oder weiteren Siebbelag aufzulegen.

[0045] In vorzugsweisen Ausgestaltungen ist an der Oberseite und/oder an der Unterseite der Arbeitsplatte wenigstens ein umlaufendes eingepprägtes oder ausgeformtes Formelement, wie eine umlaufende Nut oder ein umlaufender Ring vorgesehen. Korrespondierend zu diesem Formelement weist der wenigstens eine zweite Siebbelag ein ausgeformtes oder eingepprägtes Konterelement auf. Durch die formschlüssige Verbindung des Formelements und des Konterelements wird gewährleistet, dass der zweite oder weitere Siebbelag automatisch korrekt montiert wird.

[0046] In vorzugsweisen Ausgestaltungen ist vorgesehen, dass der zweite Siebbelag und wenigstens ein dritter Siebbelag vorzugsweise identisch ausgebildet und gegeneinander derart verschoben sind, dass ein kombinierter Siebbelag resultiert. Auf diese Weise kann durch Verschiebung der zweiten und dritten Siebbeläge wahlweise ein kombinierter Siebbelag mit Transferöffnungen geschaffen werden, deren Abmessungen durch die gegenseitige Verschiebung der Siebbeläge definiert wird.

[0047] In vorzugsweisen Ausgestaltungen kann der zweite Siebbelag ebenso gegenüber der Arbeitsplatte verschoben werden, um eine Arbeitsplatte mit einem kombinierten Siebbelag zu schaffen.

[0048] In weiteren vorzugsweisen Ausgestaltungen ist vorgesehen, dass die Arbeitsplatte mehrere Transferbereiche mit Transferöffnungen umfasst. Die Transferbereiche können unterschiedliche Abmessungen aufweisen und/oder die Transferöffnungen können unterschiedliche Abmessungen aufweisen, wobei Transferbereiche beliebiger Grösse mit Transferöffnungen beliebiger Grösse versehen sein können. Die einzelnen Transferbereiche sind vorzugsweise an der Oberseite und/oder der Unterseite der Trennplatte durch Wände, gegebenenfalls Wände von Behältern oder Rohren von-

einander getrennt. Jedem Transferbereiche kann ferner ein Rohr oder ein Behälter zugeordnet sein. Mit nur einem Siebwerkzeug können daher mehrere Prozesse bedient werden. Jeder Transferbereich kann innerhalb eines Arbeitsprozesses getrennt von den anderen Transferbereichen eingesetzt werden.

[0049] An den Transferbereich oder an eine oder mehrere Transferbereiche können an der Unterseite und/oder der Oberseite der Arbeitsplatte eine Trennwand, ein Transferrohr oder ein Behälter anschliessen. Beispielsweise ist an der Oberseite der Trennplatte ein Transferrohr an einen der Transferbereiche angeschlossen und an dessen Unterseite ein Behälter vorgesehen, welcher das bearbeitete Prozessgut aufnimmt.

[0050] In vorzugsweisen Ausgestaltungen ist der Anschlussbereich des Siebwerkzeugs gegenüber dem Transferbereich geneigt. Das Siebwerkzeug kann daher beliebig ausgestaltet und an die Infrastruktur der Anlage angepasst sein, die für den Arbeitsprozess vorgesehen ist. Der Anschlussbereich kann Teil einer Wand, wie einer Trennwand oder einer Behälterwand sein.

[0051] Die Siebvorrichtung kann eines oder mehrere Siebwerkzeuge aufweisen, von denen jedes über wenigstens ein Kopplungselement und einen Ultraschallwandler mit einem Ultraschallgenerator verbunden ist. Die einzelnen Ultraschallwandler sind vorzugsweise individuell ansteuerbar, sodass die Siebwerkzeuge und Teile davon individuell an jede Prozessstufe angepasst werden können.

[0052] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine für verschiedene Arbeitsprozesse einsetzbare erfindungsgemässe Siebvorrichtung 1 mit einem Siebwerkzeug 10, das eine Arbeitsplatte 11 aufweist, die einen Transferbereich 119 mit ersten Transferöffnungen 110 und zwei Anschlussbereiche 118 umfasst, in denen gekrümmt verlaufende Kopplungselemente 16 angeschweisst sind, denen von einem Ultraschallgenerator 3 über je einen Ultraschallwandler 2 Ultraschallenergie zuführbar ist;

Fig. 2 das Siebwerkzeug 10 von Fig. 1 in Explosionsdarstellung mit der Arbeitsplatte 11, die innerhalb des Transferbereichs 119 mit den ersten Transferöffnungen 110 einen ersten Siebbelag bildet, mit einem zweiten Siebbelag 12 und einem dritten Siebbelag 13, die mittels eines Montagerahmens 18 auf der Arbeitsplatte 11 fixierbar sind;

Fig. 3 in Explosionsdarstellung ein Siebwerkzeug 10 mit der Arbeitsplatte 11 von Fig. 2, an der in dieser Ausgestaltung an der Unterseite der zweiten Siebbelag 12 und an der Oberseite der dritten Siebbelag 13 mittels je eines Montage-

- rahmens 18 fixierbar ist;
- Fig. 4a ein erfindungsgemässes Siebwerkzeug 10, das nur einen mit einem Kopplungselement 16 verschweissten Anschlussbereich 118 aufweist und das mittels pneumatischen Elementen 51, 52 montierbar ist;
- Fig. 4b einen Teil der Arbeitsplatte 11 von Fig. 4a mit ersten Transferöffnungen 110;
- Fig. 4c das Siebwerkzeug 10 von Fig. 4a in Explosionsdarstellung;
- Fig. 5 ein Siebwerkzeug 10 gemäss Fig. 4a in einer vorzugsweisen Ausgestaltung mit einer Arbeitsplatte 11 mit mehreren Transferbereichen 119A, 119B, 119C und 119D, die erste Transferöffnungen 110A, 110B, 110C, 110D mit unterschiedlichen Abmessungen aufweisen;
- Fig. 6 zwei Siebwerkzeuge 10 gemäss Fig. 4a, die kombiniert miteinander ein zweistufiges Siebwerkzeug 100 bilden;
- Fig. 7 ein Siebwerkzeug 10 mit einem Anschlussbereich 118 und einem Transferbereich 119, die gegeneinander geneigt sind, und einer anschliessenden Wand 116, wie einer der Wand eines Rohrs oder Behälters;
- Fig. 8a eine Siebvorrichtung 1 mit einem Siebwerkzeug 10, das mit einer Werkzeugeinheit 19 verbunden ist, die der Vorbearbeitung eines zugeführten Prozessmaterials dient, und die einen Rotor oder Propeller 191 umfasst, der von einer Rotorwelle 192 oberhalb des Transferbereichs 119 der Arbeitsplatte 11 gehalten ist;
- Fig. 8b einen Teil der Siebvorrichtung 1 von Fig. 8a mit der vorzugsweise ausgestalteten Werkzeugeinheit 19, die einen Rotor 191A oberhalb und zwei Rotoren 191B, 191C unterhalb des Transferbereichs 119 der Arbeitsplatte 11 hält; und
- Fig. 8c die Siebvorrichtung 1 von Fig. 8a mit einer Fördervorrichtung 9, mittels der Prozessmaterial zuführbar und wegführbar ist.

[0053] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemässe Siebvorrichtung 1 mit einer Montagestruktur 100, mittels der ein Siebwerkzeug 10 gehalten ist oder mehrere seriell oder parallel zueinander angeordnete Siebwerkzeuge 10 gehalten sind. Sofern mehrere Siebwerkzeuge 10 vorhanden sind, so können diese gleiche oder unterschiedliche

Siebeläge aufweisen. Mittels der Siebvorrichtung 1 sind mehrere Prozesse zur Bearbeitung eines Siebguts 61 in Prozessstufen, die parallel oder seriell zueinander angeordnet sind, durchführbar. Das Siebwerkzeug 10 ist mittels Montageelementen 51, 52 gehalten bzw. mit der Montagevorrichtung 100 verbunden. Die Montagevorrichtung 100 und die Montageelemente 51, 52 sind schematisch durch strichpunktierte Linien gezeigt. Als Montageelemente 51, 52 sind vorzugsweise Halterungen aus Kunststoff vorgesehen. In einer bevorzugten Ausgestaltung ist wenigstens ein pneumatisches Element, wie ein dehnbarer oder aufblasbarer Schlauch oder Reifen, vorgesehen, mittels dessen das Siebwerkzeug 10 an der Montagevorrichtung 100 fixierbar ist. Mittels eines pneumatischen Elements 51 kann das Siebwerkzeug 10 z.B. von oben an die Montagevorrichtung 100 angerückt werden. Alternativ werden von der Montagevorrichtung 100 zwei pneumatische Elemente 51, 52 gehalten, wie dies in Fig. 4a exemplarisch gezeigt ist. Durch Aufblasen der pneumatischen Elemente 51, 52, vorzugsweise steuerbar mittels einer Steuereinheit 8, kann das Siebwerkzeug 10 fixiert und wieder gelöst werden. Ein Austausch des Siebwerkzeugs 10 kann daher bequem innerhalb weniger Sekunden erfolgen. Diese Lösung kann auch für konventionelle Siebwerkzeuge eingesetzt werden, die einen Montagerahmen mit einem Siebelag aufweisen. In diesem Fall ist der Montagerahmen mittels der pneumatischen Elemente 51, 52 fixierbar.

[0054] Fig. 1 zeigt das Siebwerkzeug 10 oder eines der Siebwerkzeuge 10, das eine Arbeitsplatte 11 mit zwei Anschlussbereichen 118 und einem dazwischenliegenden Transferbereich 119 aufweist. An die Anschlussbereiche 118 sind gebogene oder gekrümmte stabförmige und aus Metall bestehende Kopplungselemente 16 angeschweisst, an die je ein Ultraschallwandler 2 angeschlossen ist. In den Ultraschallwandlern 2 sind vorzugsweise piezoelektrische Elemente vorgesehen, die starr mit dem Kopplungselementen 16 verbunden sind. Den Ultraschallwandlern 2 wird von einem Ultraschallgenerator 3 über Anschlussleitungen 31 und 32 eine im Ultraschallbereich liegende Wechselspannung zugeführt, die durch die Piezoelemente der Ultraschallwandler 2 in mechanische Schwingungen umgewandelt werden, die auf die Kopplungselemente 16 übertragen werden. Durch die gekrümmten Kopplungselemente 16 wird die Ultraschallenergie optimal in die Arbeitsplatte 11 eingekoppelt und kann sich innerhalb der einstückigen Arbeitsplatte 11 gleichmässig verteilen.

[0055] Durch die Einkopplung von Ultraschallenergie optional über zwei Kopplungselemente 16 können mechanische Schwingungen entsprechend hoher Amplitude auf die Arbeitsplatte übertragen werden, ohne dass diese thermisch oder mechanisch überlastet wird. Ferner können die mechanischen Schwingungen individuell zugeschaltet, abgeschaltet oder in Frequenz und Amplitude geändert werden.

[0056] Der Ultraschallgenerator 3 wird über eine Steuerleitung 81 von einem Steuergerät 8 gesteuert. Durch

entsprechende Steuerung des Ultraschallgenerators 3 können elektrische Wechselspannungssignale im Ultraschallbereich mit gewählter Frequenz und Amplitude vorzugsweise selektiv über die Leitungen 31, 32 zu den angeschlossenen Ultraschallwandlern 2 übertragen werden.

[0057] Die Frequenz der vom Ultraschallgenerator 3 abgegebenen Signale kann umgetastet werden, um stehende Wellen innerhalb der Arbeitsplatte 11 zu vermeiden. Durch unterschiedliche Einwirkung von Ultraschallenergie von beiden Seiten der Arbeitsplatte 11 über die Kopplungselemente 16 kann zudem auf das Prozessgut 61 eingewirkt werden, um dieses zu bewegen und vorzugsweise gleichmässig zu verteilen. Zur Überwachung des Arbeitsprozesses und vorzugsweise auch des Prozessguts 61 ist vorzugsweise wenigstens ein Sensor 7, beispielsweise eine Kamera vorgesehen, deren Signale über die Messleitung 82 zur Steuereinheit 8 übertragen werden. Die Steuereinheit 8 kann die Abgabe von Ultraschallenergie an die beiden Kopplungselemente 16 daher anhand der Auswertung der Sensorsignale steuern.

[0058] Mittels der Steuereinheit 8 kann auch ein Prozess zur Dosierung von Prozessgut durchgeführt werden. Beispielsweise werden die Transferöffnungen 110, 120, 130 eines Siebbelags 11, 12, 13 innerhalb einer Periode, in der keine Ultraschallenergie eingekoppelt wird, mit Prozessgut gefüllt. In der FOLGE wird Ultraschallenergie zugeführt und die Transferöffnungen 110, 120, 130 werden entleert.

[0059] Das Prozessgut 61 kann auf verschiedene Arten bearbeitet werden. Beispielsweise wird das Prozessgut 61 durch das Siebwerkzeug 11 hindurchgeführt und gesiebt an einen Aufnahmebehälter 4 oder an ein Förderband 40 abgegeben. Das bearbeitete Prozessgut 62 kann auch in weiteren Prozessstufen weiter bearbeitet werden. Das Prozessgut 61 kann auch oberhalb des Siebwerkzeugs 10 unter Zufuhr von Medien 71, 72 bearbeitet werden, ohne dass es durch die Arbeitsplatte 11 hindurch geführt wird. Stattdessen kann wenigstens ein Medium 71, wie Luft, Gas oder Dampf, durch die Arbeitsplatte 11 hindurch geführt werden, um das Prozessgut 61 oder die vereinzelt Partikel des Prozessguts 61 zu behandeln oder zu beaufschlagen. Beispielsweise wird Luft 71 mit einer bestimmten Temperatur durch die Arbeitsplatte 11 hindurch geführt, um dieses zu verwirbeln und ein Dampf oder Nebel 72 von oben eingeblasen, um die Partikel des Prozessguts 61 zu beaufschlagen. Anschliessend kann das bearbeitete Prozessgut 62 oberhalb der Arbeitsplatte 11 weggeführt werden.

[0060] In der gezeigten Ausgestaltung ist die Arbeitsplatte 11 optional mit einem zweiten Siebbelag 12 versehen, welcher zweite Transferöffnungen 120 aufweist. Der erste Siebbelag der Arbeitsplatte 11, der durch den Transferbereich 119 und erste Transferöffnungen 110 gebildet wird, ist daher kaum sichtbar.

[0061] Der zweite Siebbelag 12 ist peripher von einem Montagerahmen 18 gehalten, der mittels Montageschrauben 181 mit der Arbeitsplatte 11 verbunden ist.

Mittels des Montagerahmens 18 soll der zweite Siebbelag 12 lediglich gehalten und gegen die Arbeitsplatten 11 gedrückt werden, weshalb der Montagerahmen 18 und die Montageschrauben 181 vorzugsweise aus Kunststoff gefertigt sind und dadurch keine Ultraschallenergie absorbieren.

[0062] Fig. 2 zeigt das Siebwerkzeug 10 von Fig. 1 in einer Explosionsdarstellung mit der einstückigen Arbeitsplatte 11. Der zwischen den Anschlussbereichen 118 liegende rechteckige Transferbereich 119 weist zehn Lochreihen mit je zehn Transferöffnungen 110 auf und ist leicht in die Arbeitsplatte 11 eingesenkt.

[0063] Die Arbeitsplatte 11 bzw. der Transferbereich 119 bildet mit den Transferöffnungen 110 den ersten Siebbelag, der für sich allein für die Bearbeitung eines Prozessguts 61 genügen kann. Dazu kann der Transferbereich 119 mit einer beliebigen Anzahl von Transferöffnungen 110 mit bedarfsweise gewählten Abmessungen versehen werden. Die Transferöffnungen 110 werden vorzugsweise äquidistant auf einer entsprechend vorgesehenen Fläche angeordnet. Diese Fläche kann nach Bedarf des Anwenders regelmässig oder unregelmässig verlaufen und z.B. mehrere Flügel, Kreise, Rechtecke oder dergleichen umfassen, um einen beliebigen Siebbelag zu bilden. Die Arbeitsplatte 11 wird vorzugsweise an die Infrastruktur einer Prozessanlage, z.B. an Rohre oder Kanäle angepasst und kann ebenfalls beliebige regelmässige oder unregelmässige Formen aufweisen und z.B. rechteckförmig oder kreisförmig ausgebildet sein.

[0064] Die Transferöffnungen 110 können auf beliebige Weise, z.B. durch mechanische Werkzeuge oder Lasergeräte, in die Arbeitsplatte 11 eingearbeitet werden. Sofern die Arbeitsplatte 11 im Transferbereich 119 relativ dünn gewählt ist, werden Öffnungen vorzugsweise eingestanzt oder durch Laserstrahlen eingefügt.

[0065] Wie Fig. 1 zeigt, können beliebig ausgebildete Kopplungselemente 16 mit den Anschlussbereichen 118 der Arbeitsplatte verbunden werden. Fig. 7 zeigt, dass der oder die Anschlussbereiche 118 gegenüber dem Transferbereich 119 geneigt sein können. Beispielsweise kann der Anschlussbereich 118 modular oder einstückig an eine Trennwand, wie an eine Wand eines Rohrs oder Behälters 116 anschliessen.

[0066] Über die Kopplungselemente 16 auf die Arbeitsplatte 11 eingekoppelte Ultraschallenergie verbreitet sich praktisch verlustlos über den gesamten Transferbereich 119, der einen ersten Siebbelag bildet. Sofern die Arbeitsplatte 11 und der Transferbereich 119 mit den Transferöffnungen 110 an den Arbeitsprozess angepasst ist, so kann das Prozessgut 61 mit minimaler Ultraschallenergie optimal bearbeitet werden. Aufgrund der direkten und gleichmässigen Verteilung der Ultraschallenergie treten auf der Arbeitsplatte 11 keine Erwärmung und keine Hotspots auf, welche den Siebbelag oder auch das Prozessgut 61 belasten könnten.

[0067] Das Siebwerkzeug 10 mit der Arbeitsplatte 11 kann daher mit maximaler Effizienz und ohne Verschleisserscheinungen betrieben werden.

[0068] Wie Fig. 2 zeigt, kann der Transferbereich 119 optional mit einem zweiten Siebbelag 12 oder weiteren Siebbelägen, z.B. einem dritten Siebbelag 13 abgedeckt werden. In den meisten Anwendungen wird die Auflage nur eines zweiten Siebbelags 12 den Anforderungen genügen.

[0069] Die Auflage wenigstens eines zweiten Siebbelags 12 ist mit verschiedenen wesentlichen Vorteilen verbunden, die bereits eingangs beschrieben wurden. Wie dies in Fig. 2 gezeigt ist, können die weiteren Siebbeläge 12, 13 sehr dünn ausgebildet sein und dadurch besonders einfach gefertigt werden. Die Siebbeläge 12, 13 können einfach montiert und auch rasch und problemlos wieder ausgetauscht werden.

[0070] Da sich die Ultraschallenergie gleichmässig über die gesamte Arbeitsplatte 11 verteilt erfolgt ebenfalls eine gleichmässige Übertragung der Ultraschallenergie auf die aufgelegten weiteren Siebbeläge 12, 13. Im Zentralbereich des zweiten Siebbelags 12 oder der weiteren Siebbeläge 12, 13 werden diese durch das Prozessgut 61 an die Arbeitsplatte 11 angedrückt, sodass auch in diesem Bereich eine optimale und gleichmässige Einkopplung von Ultraschallenergie erfolgt. Die weiteren Siebbeläge 12, 13 sind daher nicht nur mechanisch durch die anliegende Arbeitsplatte 11, sondern auch thermisch gegen unerwünschte Einwirkungen geschützt. Die Arbeitsplatte 11 wirkt zudem als Kühlkörper, falls sich aufgelegte Siebbeläge 12, 13 erwärmen sollten. Durch die Arbeitsplatte 11 wird daher auch ein optimaler Betrieb des weiteren Siebbelags 12 oder der weiteren Siebbeläge 12, 13 gewährleistet.

[0071] Wie erwähnt ist der Transferbereich 119 vorzugsweise leicht eingesenkt und von einem umlaufenden Montagekanal oder einer umlaufenden Einförmung 111 umschlossen, die der Aufnahme des Montagerahmens 18 dient.

[0072] Innerhalb des Montagekanals 111 ist ein umlaufendes Formelement 112, in dieser Ausgestaltung eine umlaufende Nut, vorgesehen, in die eine dazu korrespondierende ausgeformte Konterelement 122; 132 einfügbar ist, das am wenigstens einen zweiten Siebbelag vorgesehen ist. Es können auch mehrere Formelemente 112 oder Teil von Formelementen 112 vorgesehen sein, die es erlauben, den zweiten Siebbelag 12 gegenüber der Arbeitsplatte 11 zu verschieben oder die es erlauben, den zweiten und den dritten Siebbelag 12, 13 gegeneinander zu verschieben.

[0073] In der Ausgestaltung von Fig. 2 umfassen der zweite Siebbelag 12 und der dritte Siebbelag 13 zweite bzw. dritte Transferöffnungen 120, 130, die unterschiedliche Abmessungen aufweisen. Es können auch identische zweite und dritte oder weitere Siebbeläge 12, 13 vorgesehen sein, die gegebenenfalls gegeneinander verschoben werden, um die Transferöffnungen 120, 130 bedarfsweise zu verschliessen.

[0074] Fig. 3 zeigt in Explosionsdarstellung ein Siebwerkzeug 10 mit der Arbeitsplatte 11 von Fig. 2, an der in dieser Ausgestaltung an der Unterseite der zweite

Siebbelag 12 von Fig. 2 und an der Oberseite der dritte Siebbelag 13 von Fig. 2 mittels je eines Montagerahmens 18 fixierbar ist. Die Arbeitsplatte 11 kann daher ohne weitere Siebbeläge 12, 13 eingesetzt oder an der Unterseite und der Oberseite wahlweise mit identischen oder unterschiedlichen Siebbelägen 12, 13 beliebiger Anzahl versehen werden.

[0075] Fig. 4a zeigt ein erfindungsgemässes Siebwerkzeug 10, das nur einen mit einem Kopplungselement 16 verschweissten Anschlussbereich 118 aufweist und das mittels pneumatischen Elementen 51, 52 montierbar ist. Der an den Anschlussbereich 118 angrenzende Transferbereich 119 ist kreisförmig ausgebildet und zwischen den beiden reifenförmigen pneumatischen Elementen 51, 52 gehalten, die z.B. zur Infrastruktur einer Anlage gehören. Zur Entnahme des Siebwerkzeugs 10 werden die pneumatischen Elemente 51, 52 evakuiert. Zur Fixierung des Siebwerkzeugs 10 werden die pneumatischen Elemente 51, 52 wieder aufgeblasen. Dabei kann gleichzeitig der gezeigte Montagering 18 gegen die Arbeitsplatte 11 gedrückt werden, um wenigstens einen aufgelegten Siebbelag 12 zu fixieren. Der Siebbelag 12 kann daher innerhalb weniger Minuten ausgetauscht werden, um eine Anpassung an eine Prozessänderung vorzunehmen.

[0076] Fig. 4b zeigt einen Teil der Arbeitsplatte 11 von Fig. 4a mit ersten Transferöffnungen 110 sowie mit dem zweiten Siebbelag 12, der als Geflecht ausgebildet ist.

[0077] Fig. 4c zeigt das Siebwerkzeug 10 von Fig. 4a in Explosionsdarstellung. Der zweite Siebbelag 12 ist diesmal an der Oberseite der Arbeitsplatte 11 angeordnet.

[0078] Fig. 5 zeigt ein Siebwerkzeug 10 gemäss Fig. 4a in einer vorzugsweisen Ausgestaltung mit einer Arbeitsplatte 11 mit mehreren Transferbereichen 119A, 119B, 119C und 119D, die erste Transferöffnungen 110A, 110B, 110C, 110D mit unterschiedlichen Abmessungen aufweisen. Die einzelnen Transferbereiche 119A, 119B, 119C und 119D sind durch Trennwände 151, 152 voneinander getrennt, sodass mit demselben Siebwerkzeug 10 in vier Quadranten unterschiedliche Siebprozesse durchgeführt werden können. Die Siebprozesse können unabhängig voneinander sein oder wahlweise aneinander anschliessen. Die Transferbereiche 119A, 119B, 119C und 119D können auch auf anders ausgestalteten Flächen, z.B. rechteckigen oder kreisförmigen Flächen angeordnet sein, sodass Rohre oder Behälter mit entsprechendem Querschnitt angeschlossen werden können.

[0079] Fig. 6 zeigt zwei Siebwerkzeuge 10 gemäss Fig. 4a, die kombiniert miteinander ein zweistufiges Siebwerkzeug 100 bilden. Stattdessen könnten auch zwei oder mehrere Siebwerkzeuge gemäss Fig. 1 oder Fig. 5 miteinander kombiniert und mechanisch gekoppelt werden. Beim unteren Siebwerkzeug 10 ist der Transferbereich 119 gegenüber den Anschlussbereich 118 abgesenkt, sodass ein zweiter Siebbelag 12 in einfacher Weise eingelegt werden kann.

[0080] Fig. 8a zeigt eine Siebvorrichtung 1 mit einem Siebwerkzeug 10, das mit einer vorzugsweise vorgesehenen Werkzeugeinheit 19 verbunden ist, die der Vorbearbeitung eines zugeführten Prozessmaterials dient. Das Siebwerkzeug 10 ist von einer Halterung 92 gehalten und teilweise von einem Haltering 921 umschlossen. Oberhalb des Transferbereichs 119 ist ein im Schnittdarstellung gezeigter becherförmiger Eingangskanal 91 angeordnet, der den Transferbereich 119 umschliesst und in denen ein Prozessmaterial eingeführt wird oder mehrere unterschiedliche Prozessmaterialien eingeführt werden. Ein Teil des Eingangskanals 91 wurde weggeschnitten, um den Blick auf das Siebwerkzeug 10 freizulegen.

[0081] Unterhalb des Transferbereichs 119 schliesst ein trichterförmiger Ausgangskanal 93 an die Arbeitsplatte 11 an, von dem ebenfalls ein Viertel weggeschnitten wurde. Prozessmaterial kann daher durch den Eingangskanal 91 dem Siebwerkzeug 10 zugeführt und durch den Ausgangskanal 93 weggeführt werden.

[0082] Durch die Arbeitsplatte 11 ist im Transferbereich 119 eine Rotorwelle 192 hindurchgeführt, die von einem Antriebsmotor 193 angetrieben wird und die einen Rotor 191 mit zwei Rotorblättern 1911 antreibt. Bei einer Rotation des Rotors 191 wird das zugeführte Prozessmaterial oberhalb des Transferbereichs 119 gleichmäßig verteilt und gegebenenfalls gegen die Arbeitsplatte 11 gedrückt.

[0083] Die Arbeitsplatte 11 kann daher vorteilhaft zum Halten wenigstens eines Teils der Werkzeugeinheit 19 verwendet werden, weshalb das Siebwerkzeug 10 und die Werkzeugeinheit 19 vorteilhaft miteinander kombinierbar und/oder verbindbar sind.

[0084] Mit der Halterung 92 ist zusätzlich ein Vibrator 14 verbunden, welcher mechanische Schwingungen verursacht. Auf das Siebwerkzeug 10 wirken somit mechanische Schwingungen des Vibrators 14, über den Ultraschallwandler 2 und das Kopplungselement 16 zugeführte Ultraschallwellen und gegebenenfalls mechanische Kräfte des Rotors 191 ein.

[0085] Fig. 8b zeigt einen Teil der Siebvorrichtung 1 von Fig. 8a mit der vorzugsweise ausgestalteten Werkzeugeinheit 19 mit einer Rotorwelle 192, die einen Rotor 191A oberhalb und zwei Rotoren 191B, 191C unterhalb des Transferbereichs 119 der Arbeitsplatte 11 hält. Die Rotorwelle 192 ist in einer Lagerbüchse 199 gehalten, die in eine Lageröffnung 1190 in der Mitte des Transferbereichs 119 der Arbeitsplatte 11 vorgesehene Lageröffnung 1190 eingesetzt ist. Die beiden Rotoren 191B, 191C unterhalb der Arbeitsplatte 11 können gleichsinnig oder gegensinnig arbeiten, sodass beispielsweise Prozessmaterial angesaugt und/oder verwirbelt wird, wie dies mit zwei Pfeilen symbolisch dargestellt ist.

[0086] Ferner ist es möglich, voneinander getrennte Werkzeugeinheiten 19 unterhalb und oberhalb der Arbeitsplatte 11 anzuordnen. Die Arbeitsplatte 11 dient daher nicht nur als Werkzeugplatte, sondern als Basisplatte für die Montage zusätzlicher Werkzeugeinheiten 19. Es

ist somit ein einfacher und kompakter Aufbau des Siebwerkzeugs und weiterer Werkzeugeinheiten 19 möglich.

[0087] Fig. 8c zeigt die auf einem Gestell 90 angeordnete Siebvorrichtung 1 von Fig. 8a mit einer Fördervorrichtung 9, mittels der Prozessmaterial zuführbar und wegführbar ist.

[0088] Die Fördervorrichtung 9 umfasst den Eingangskanal 91 und den Ausgangskanal 93 sowie eine Transportvorrichtung 94, die unterhalb des Ausgangskanals 93 von elastischen Seilen 95 schwebend gehalten ist. Die Transportvorrichtung 94 ist als Transportrahmen oder Förderkanal mit einem nach oben geöffneten V-Profil ausgebildet.

[0089] Der Transportrahmen 94 ist über Verteilplatten 161, vorzugsweise gekrümmte, stabförmige Kopplungselemente 16 und Ultraschallwandler 2 mit einem Ultraschallgenerator 3 verbunden, durch den Ultraschallenergie auf den metallenen Transportrahmen 94 übertragbar ist.

[0090] Der Ultraschallgenerator 3 von Fig. 1 und Fig. 8c erzeugt elektrische Wechselspannungssignale im Ultraschallbereich von z.B. 25 kHz bis 45 kHz. Die Wechselspannungssignale werden im Ultraschallwandler 2 z.B. Piezoelementen zugeführt, die z.B. durch eine Kopplungsstange fest mit dem Kopplungsstab 16 verbunden sind. Die elektrischen Wechselspannungssignale werden durch die Piezoelemente in mechanische Schwingungen umgewandelt und über den Kopplungsstab 16 und die Verteilplatte 161 auf den Transportrahmen 94 übertragen.

[0091] Die Verteilplatte 161 kann mit dem Transportrahmen 94 verschweisst oder, wie in Fig. 8c gezeigt, einstückig verbunden sein.

[0092] Durch die Einkopplung über den Kopplungsstab 16 und die Verteilplatte 161 wird die Ultraschallenergie nicht punktuell, sondern entlang der Anschlussseite der Verteilplatte 161 in den Transportrahmen 94 eingekoppelt. Probleme, die bei der konventionellen punktuellen Einkopplung der Ultraschallenergie resultieren, wie Überhitzungen und Materialspannungen, welche die Verbindungsstelle zerstören könnten, werden vermieden. Die Ultraschallenergie wird über einen grösseren Bereich in den Transportrahmen 94 eingekoppelt, weshalb einerseits Einkopplungsverluste reduziert werden und andererseits eine optimale Verteilung und Wirkung der Ultraschallenergie im Transportrahmen 94 erzielt wird. Besonders vorteilhaft ist die gezeigte einstückige Verbindung der Verteilplatten 161 mit dem Transportrahmen 94. Insgesamt reduziert sich der Fertigungsaufwand, da der Transportrahmen 94 und die Verteilplatte 161 in einem Arbeitsschritt gefertigt werden können. Das Anschweißen der Verteilplatten 161 entfällt. Ebenso entfallen Übergangswiderstände und Materialspannungen an den verschweissten Verbindungsstellen. Weiterhin entfallen thermische Belastungen der Verbindungsstellen, da sich die thermische Energie schneller verteilen kann, sodass stets optimale Betriebsbedingungen vorliegen. Ebenso werden durch die Verteilplatten 161

unvorteilhafter Rückwirkungen vom Prozessmaterial auf die Ultraschallvorrichtung, insbesondere die Ultraschallwandler 2 vermieden, die bei einer punktuellen Verbindung der Kopplungsstäbe 16 auftreten könnten. Sofern das Prozessmaterial beispielsweise eine Temperatur im Bereich von 200° aufweist, erfolgt über die Verteilplatten 161 eine wesentliche Abkühlung und dadurch eine reduzierte Wärmeeinwirkung auf den Ultraschallwandler 2.

[0093] Durch die elastischen Seile 95 wird der Transportrahmen 94 praktisch schwebend gehalten. Ein Abfluss eingekoppelter Ultraschallenergie über Montageelemente wird vermieden. Die Ultraschallenergie kann sich über den Transportrahmen 94 gleichmässig verteilen und eine optimale Wirkung entfalten. Das Prozessmaterial kann vorteilhaft verteilt und reibungsfrei über den geneigt gehaltenen Transportrahmen 94 nach unten gleiten. Fördergeschwindigkeit des Prozessmaterials kann durch Steuerung der Zufuhr von Ultraschallenergie gesteuert werden, sodass eine dosierte Abgabe erfolgen kann.

Patentansprüche

1. Siebwerkzeug (10) zur Bearbeitung eines Prozessmaterials mit einem Siebbelag, der mit wenigstens einem Kopplungselement (16) verbunden ist, das über einen Ultraschallwandler (2) mit einem Ultraschallgenerator (3) verbindbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine mit einer Oberseite und einer Unterseite versehene metallene Arbeitsplatte (11) vorgesehen ist, die wenigstens einen Anschlussbereich (118), an dem das wenigstens eine Kopplungselement (16), das stabförmig ausgebildet und aus Metall gefertigt ist, angeschweisst ist, und die wenigstens einen Transferbereich (119) mit ersten Transferöffnungen (110) umfasst, der einen ersten Siebbelag bildet, durch den das Prozessmaterial oder Teile davon hindurch treten können.
2. Siebwerkzeug (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitsplatte (11) wenigstens ein Montageelement (1190) aufweist, mittels dessen wenigstens eine motorisierte oder nicht-motorisierte Werkzeugeinheit (19), welche der zusätzlichen Bearbeitung, wie der Förderung, Durchmischung, oder Auftrennung, des Prozessmaterials dient, mit dem Siebwerkzeug (10) kombinierbar oder verbindbar ist.
3. Siebwerkzeug (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werkzeugeinheit (19) eine Rotorwelle (192) umfasst, welche in einem als Lageröffnung (1190) ausgebildeten Montageelement senkrecht oder geneigt zur Arbeitsplatte (11) drehbar gehalten ist und die andere Oberseite oder der Unterseite der Arbeitsplatte (11) oder an der Oberseite und der Unterseite der Arbeitsplatte (11)

wenigstens einen Rotor (191A, 191B, 191C) hält.

4. Siebwerkzeug (10) nach einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Oberseite der Arbeitsplatte (11) oder an der Unterseite der Arbeitsplatte (11) wenigstens ein zweiter Siebbelag (12; 13), wie ein Drahtgeflecht oder eine Lochplatte, anliegt oder dass an der Oberseite und der Unterseite der Arbeitsplatte (11) je wenigstens ein zweiter Siebbelag (12; 13) anliegt, wobei der wenigstens eine zweite Siebbelag (12; 13) mit zweiten oder weiteren Transferöffnungen (120; 130) versehen ist, die kleiner sind als die ersten Transferöffnungen (110) der Arbeitsplatte (11).
5. Siebwerkzeug (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine zweite Siebbelag (12, 13) mittels Montageelementen (18, 181; 51, 52) an die Arbeitsplatte (11) angedrückt oder gespannt ist oder dass die Arbeitsplatte (11) auf wenigstens einer Seite eine oder mehrere Ausnehmungen (111, 112) aufweist, in der oder in denen der wenigstens eine zweite Siebbelag (12, 13) oder die Montageelemente (18, 181) gehalten sind.
6. Siebwerkzeug (10) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Montagerahmen (18) aus Metall oder Kunststoff vorgesehen ist, welcher mittels weiteren Montageelementen (181; 51, 52), wie Schrauben (181) aus Metall oder Kunststoff oder pneumatischen Elementen (51, 52), wie aufblasbaren Schläuchen oder Reifen, mit der Arbeitsplatte (11) verbunden ist und den wenigstens einen zweiten Siebbelag (12, 13) an die Arbeitsplatte (11) angedrückt.
7. Siebwerkzeug (10) nach einem der Ansprüche 1 - 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitsplatte (11) an der Oberseite oder der Unterseite wenigstens ein eingepprägtes oder ausgeformtes Formelement (112), wie eine umlaufende Nut oder einen umlaufenden Ring aufweist, an welchem Formelement (112) ein dazu korrespondierendes ausgeformtes oder eingepprägtes Konterelement (122; 132) gehalten ist, das am wenigstens einen zweiten Siebbelag (12, 13) vorgesehen ist.
8. Siebwerkzeug (10) nach einem der Ansprüche 1 - 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Siebbelag (12) und wenigstens ein dritter Siebbelag (13) vorzugsweise identisch ausgebildet und gegeneinander derart verschoben sind, dass ein kombinierter Siebbelag resultiert oder dass der zweite Siebbelag (12) und wenigstens ein dritter Siebbelag (13) zweite bzw. dritte Transferöffnungen (120; 130) mit unterschiedlichen Abmessungen aufweisen.
9. Siebwerkzeug (10) nach einem der Ansprüche 1 -

- 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitsplatte (11) mehrere Transferbereiche (119A, 119, 119C, 119D) mit Transferöffnungen (110A, 110, 110C, 110D) umfasst, wobei die Transferbereiche (119A, 119B, 119C, 119D) oder Transferöffnungen (110A, 110, 110C, 110D) gleiche oder unterschiedliche Abmessungen aufweisen und dass die Transferbereiche (119A, 119B, 119C, 119D) vorzugsweise durch Wände oder Rohre (151, 152) voneinander getrennt sind.
10. Siebwerkzeug (10) nach einem der Ansprüche 1 - 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anschlussbereich (118) gegenüber dem Transferbereich (119) geneigt ist und gegebenenfalls an eine Wand (116), wie eine Trennwand oder Behälterwand, anschliesst.
11. Siebvorrichtung (1) mit einem Ultraschallgenerator (3), der einerseits über Steuerleitungen (81) mit einer Steuereinheit (8) verbunden ist und der andererseits durch eine Ausgangsleitung (31) mit wenigstens einem Ultraschallwandler (2) verbunden ist, und mit einer Montagestruktur (70), von der wenigstens ein Siebwerkzeug (10) nach einem der Ansprüche 1 - 10 gehalten ist, das eine metallene Arbeitsplatte (11) aufweist, die wenigstens einen Anschlussbereich (118) mit einem Kopplungselement (16), das mit dem wenigstens einen Ultraschallwandler (2) verbunden ist, und die wenigstens einen Transferbereich (119) mit ersten Transferöffnungen (110), der einen ersten Siebbelag bildet, umfasst.
12. Siebvorrichtung (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Oberseite der Arbeitsplatte (11) oder an der Unterseite der Arbeitsplatte (11) wenigstens ein zweiter Siebbelag (12; 13), wie ein Drahtgeflecht oder eine Lochplatte, anliegt oder dass an der Oberseite und der Unterseite der Arbeitsplatte (11) je wenigstens ein zweiter Siebbelag (12; 13) anliegt, wobei der wenigstens eine zweite Siebbelag (12; 13) mit zweiten oder weiteren Transferöffnungen (120; 130) versehen ist, die kleiner sind als die ersten Transferöffnungen (110) der Arbeitsplatte (11).
13. Siebvorrichtung (1) nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitsplatte (11) mehrere Transferbereiche (119A, 119, 119C, 119D) mit Transferöffnungen (110A, 110, 110C, 110D) umfasst, wobei die Transferbereiche (119A, 119B, 119C, 119D) oder Transferöffnungen (110A, 110, 110C, 110D) gleiche oder unterschiedliche Abmessungen aufweisen und dass die Transferbereiche (119A, 119B, 119C, 119D) vorzugsweise durch Wände oder Rohre (151, 152) voneinander getrennt sind.
14. Siebwerkzeug (10) nach Anspruch 11, 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Transferbereich (119) oder an einen oder mehrere der Transferbereiche (119A, 119B, 119C, 119D), an der Unterseite und/oder der Oberseite der Arbeitsplatte (11) ein Transferrohr (116), ein Behälter (116), oder eine Trennwand (116), die aus Metall oder Plastik gefertigt sind, anschliesst.
15. Siebvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 11 - 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein pneumatisch betätigbares Montageelement (51, 52), wie ein Schlauch oder ein Reifen, vorgesehen ist, mittels dessen das Siebwerkzeug (10) auf der Montagestruktur (70) fixierbar ist, oder dass zwei pneumatisch betätigbare Montageelemente (51, 52), wie ein Schlauch oder ein Reifen, vorgesehen ist, mittels dessen das Siebwerkzeug (10) an der Montagestruktur (70) fixierbar ist.

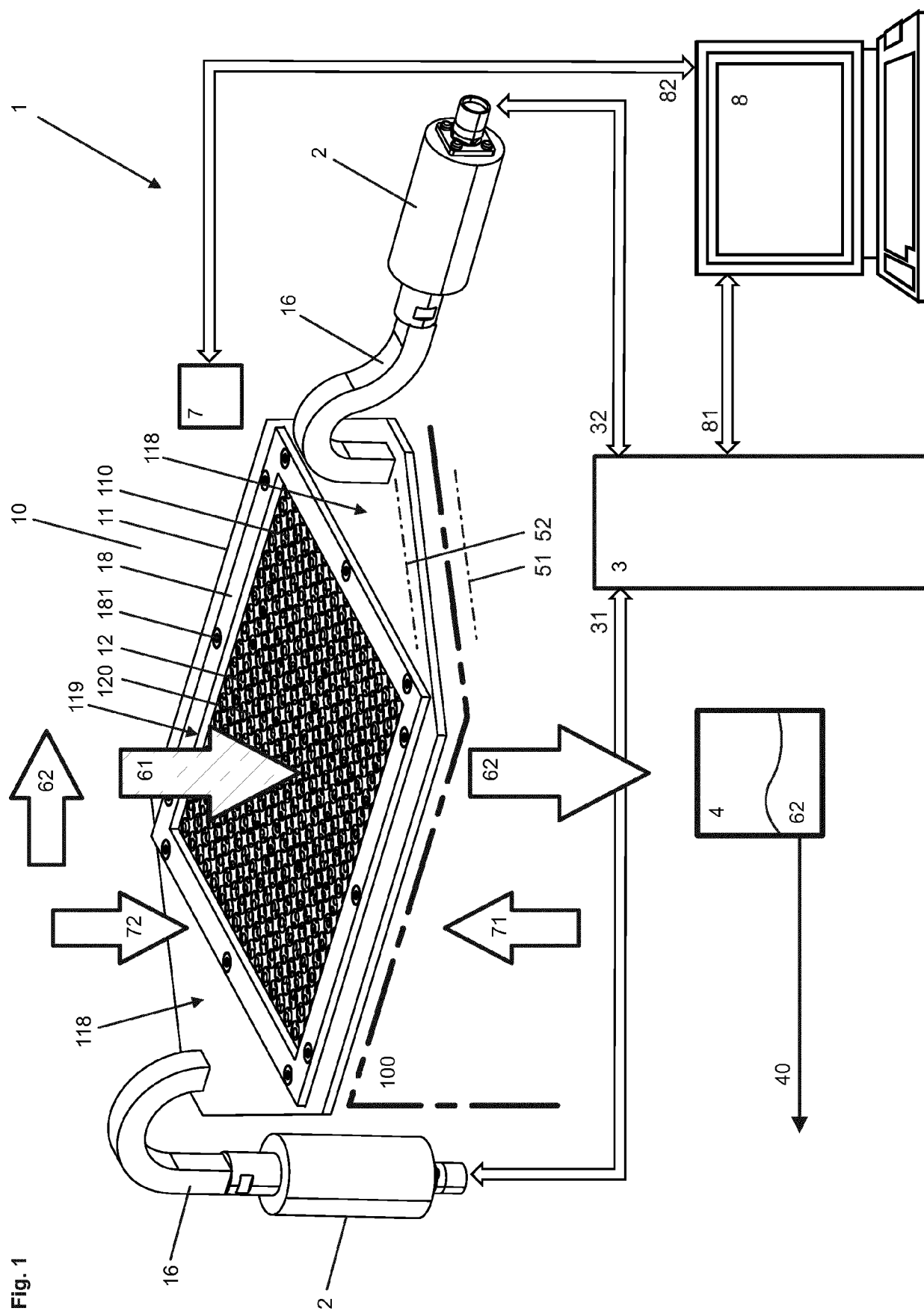
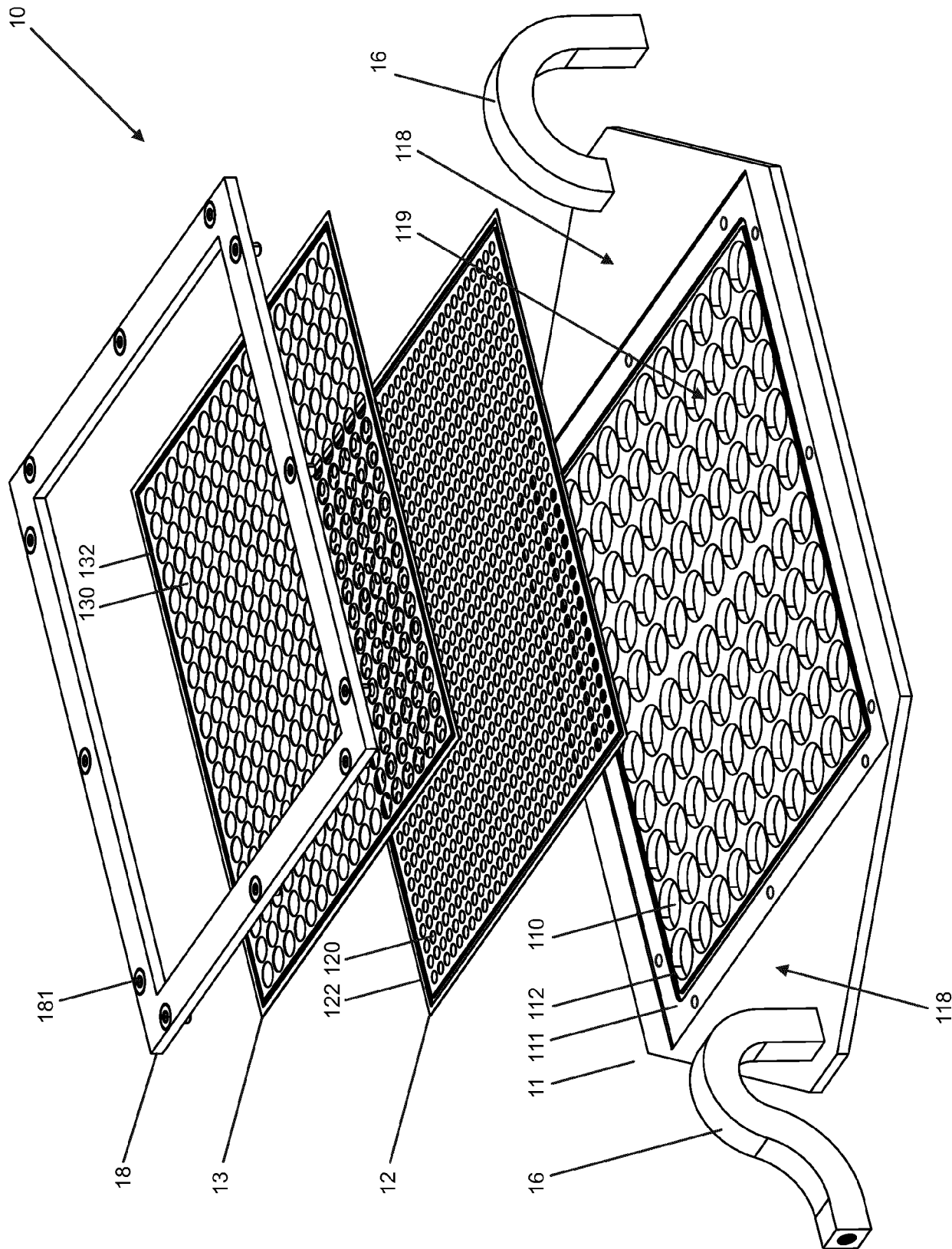


Fig. 2



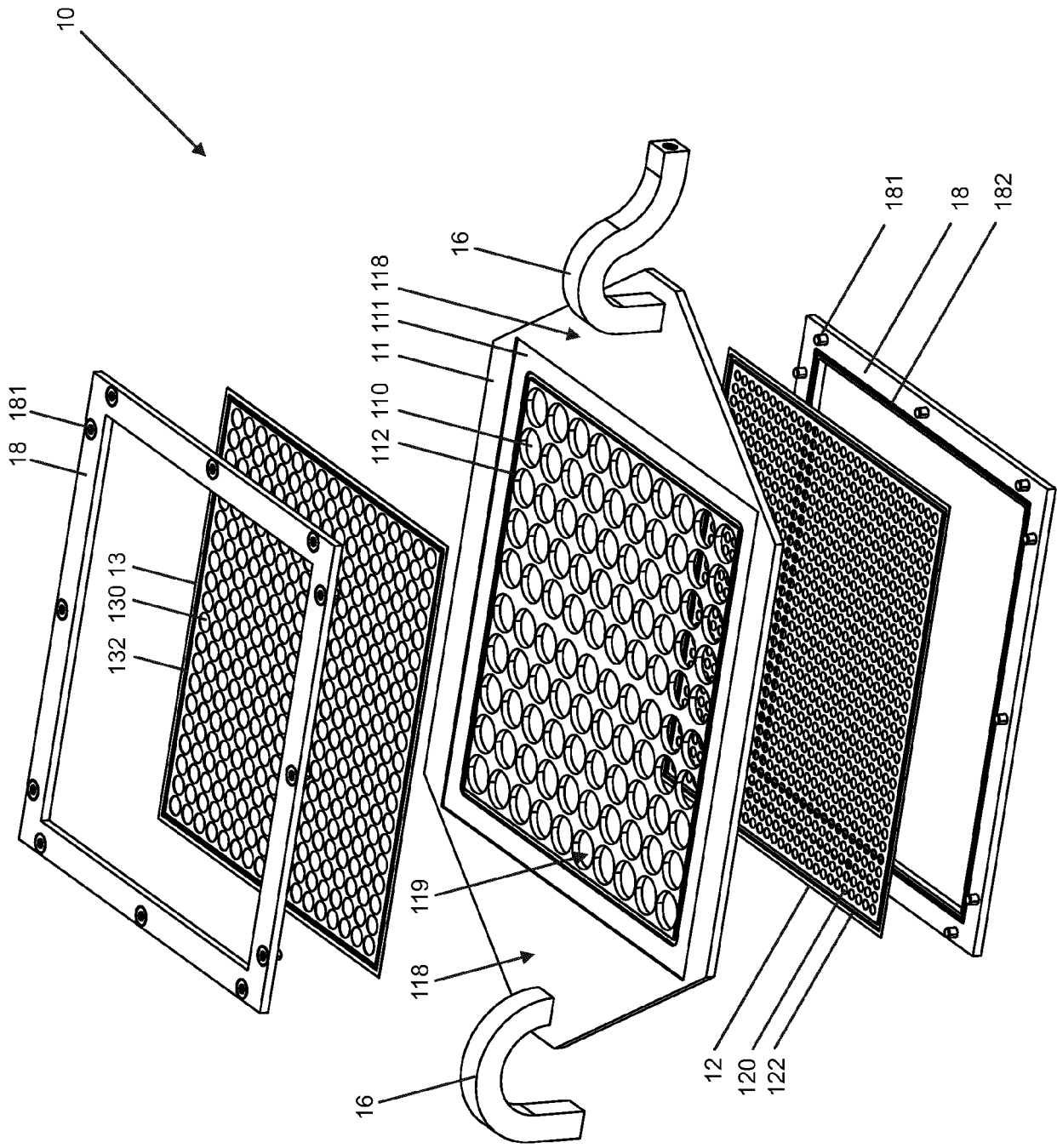
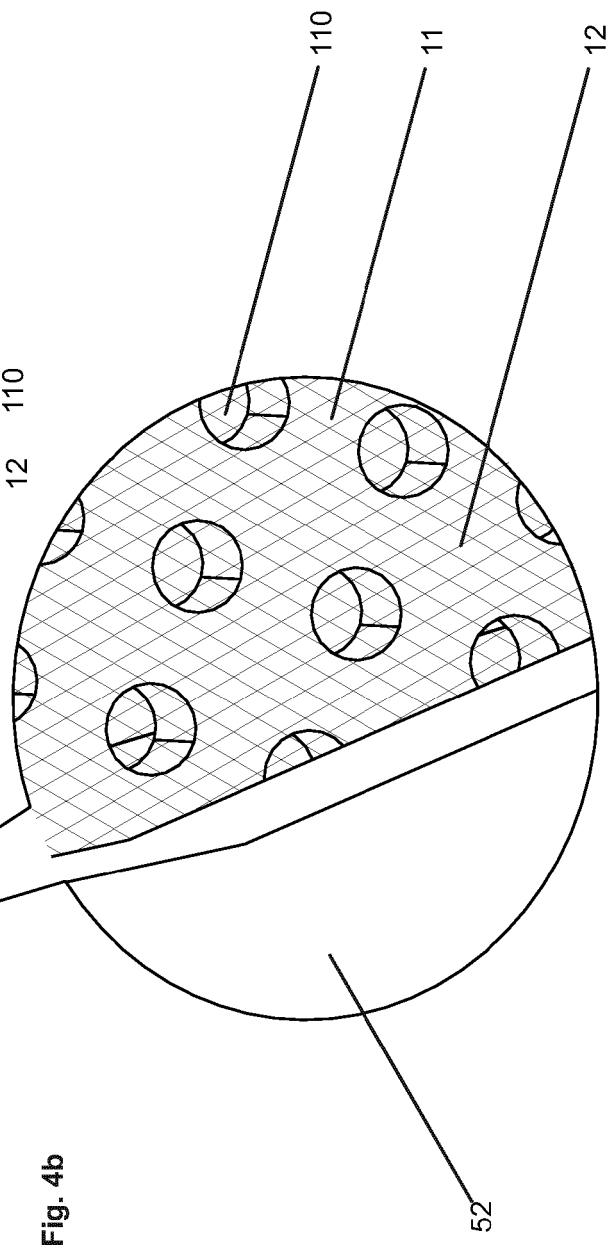
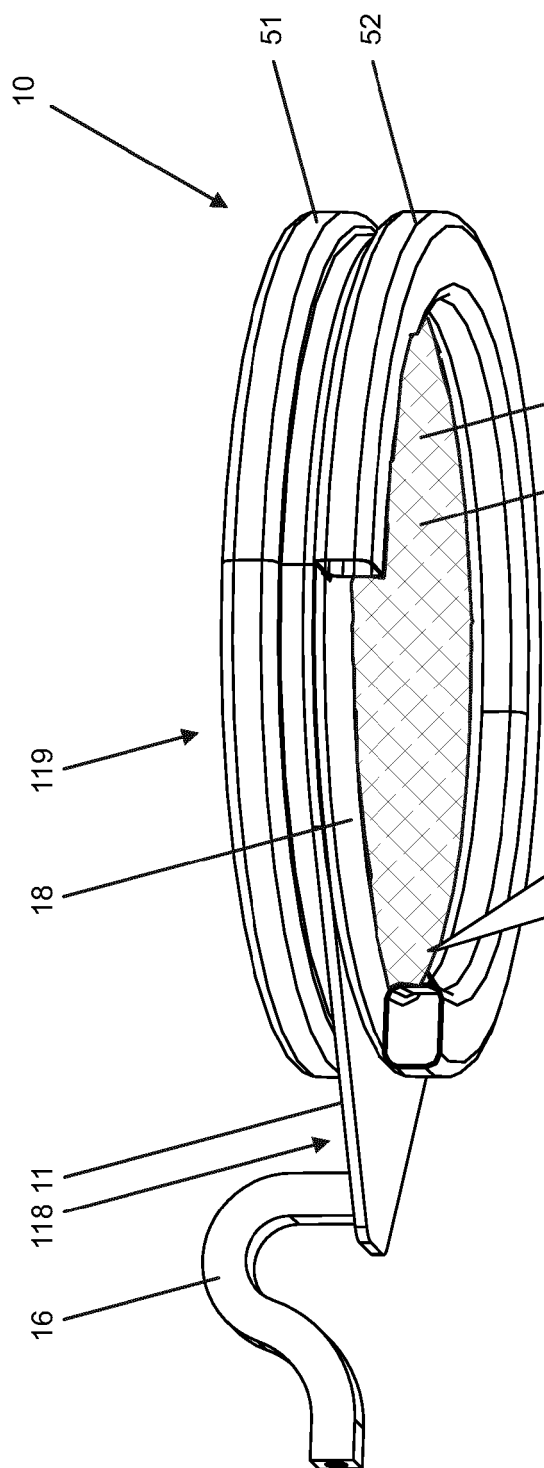


Fig. 3



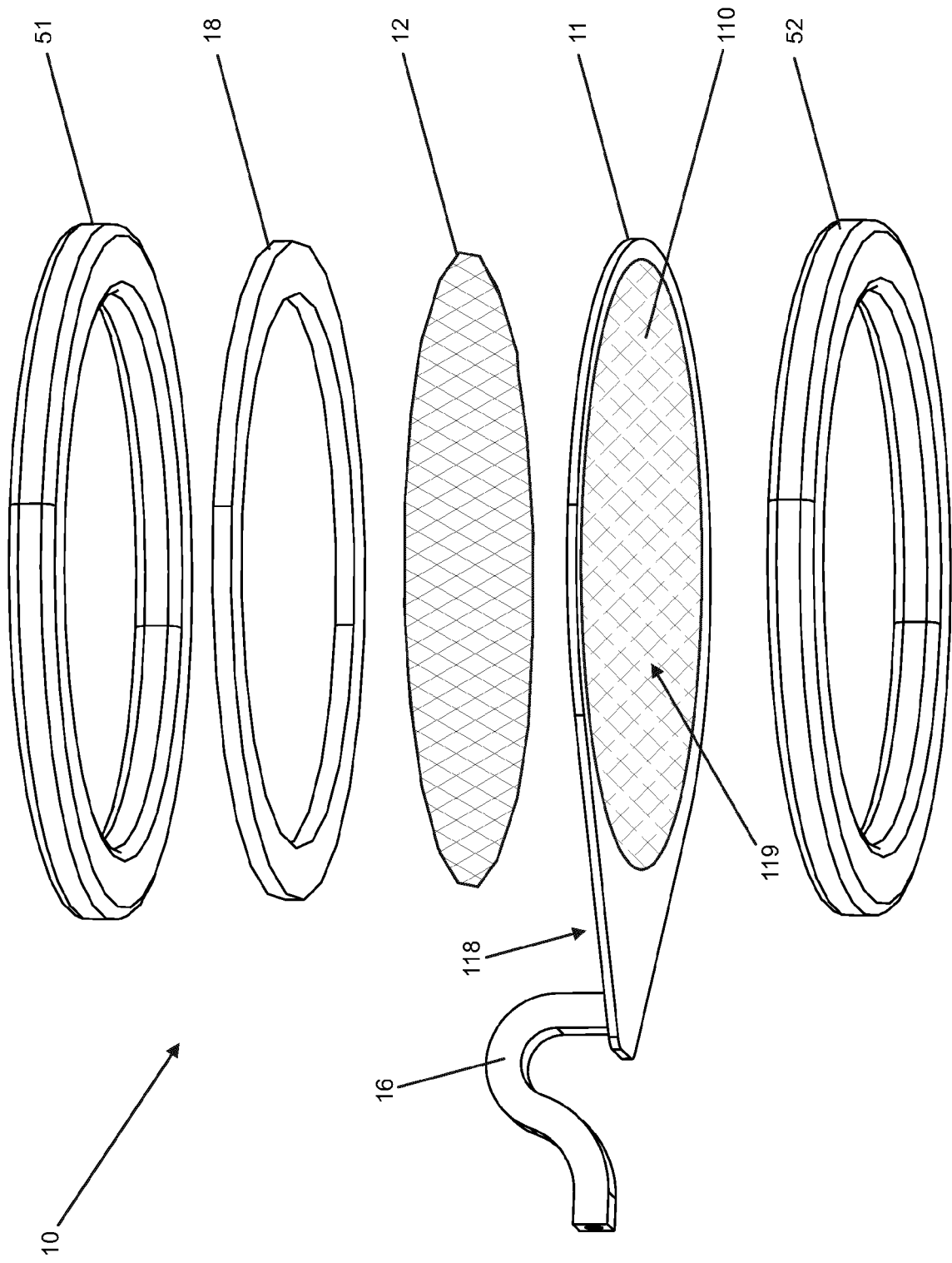
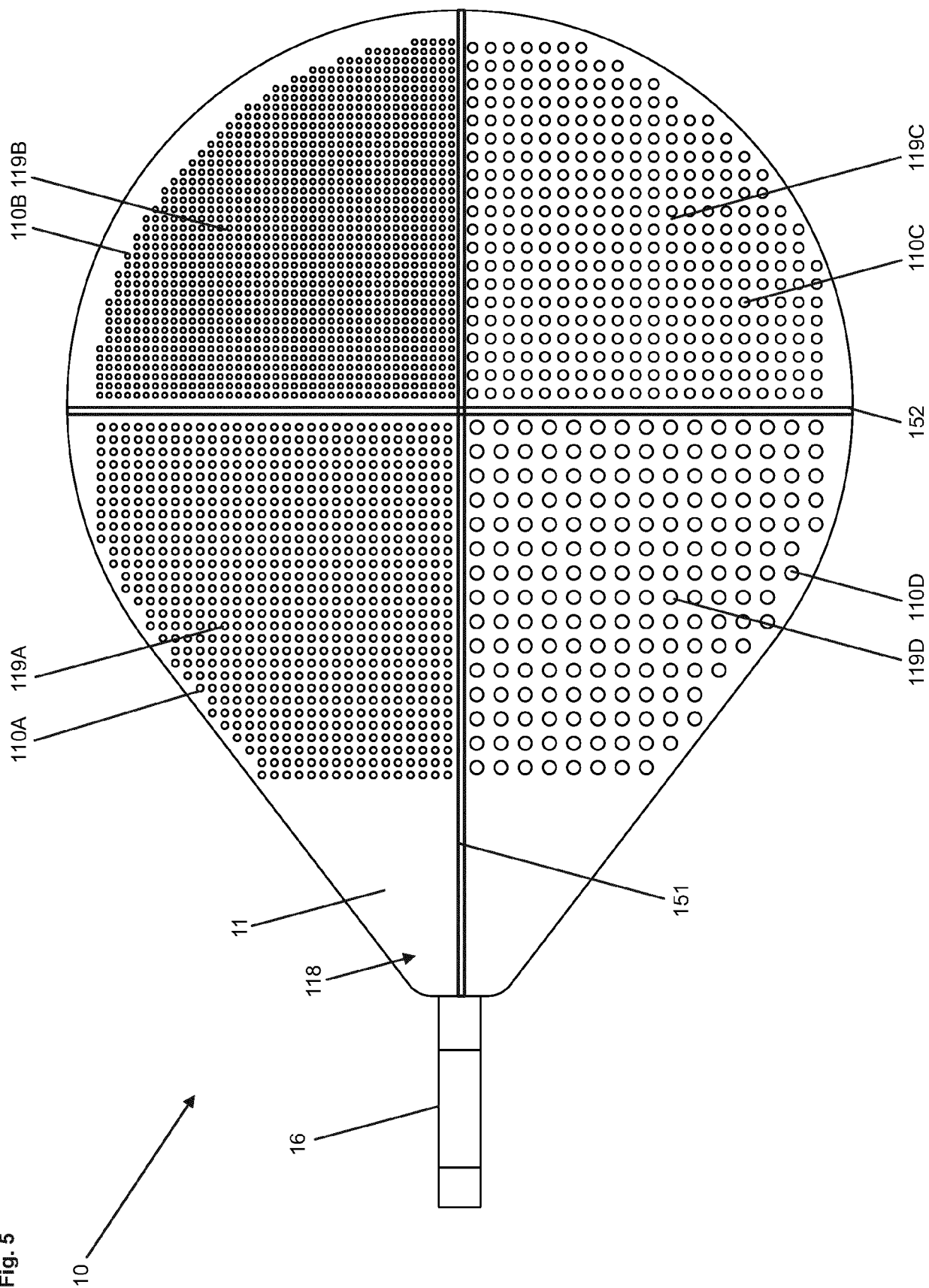


Fig. 4c

Fig. 5



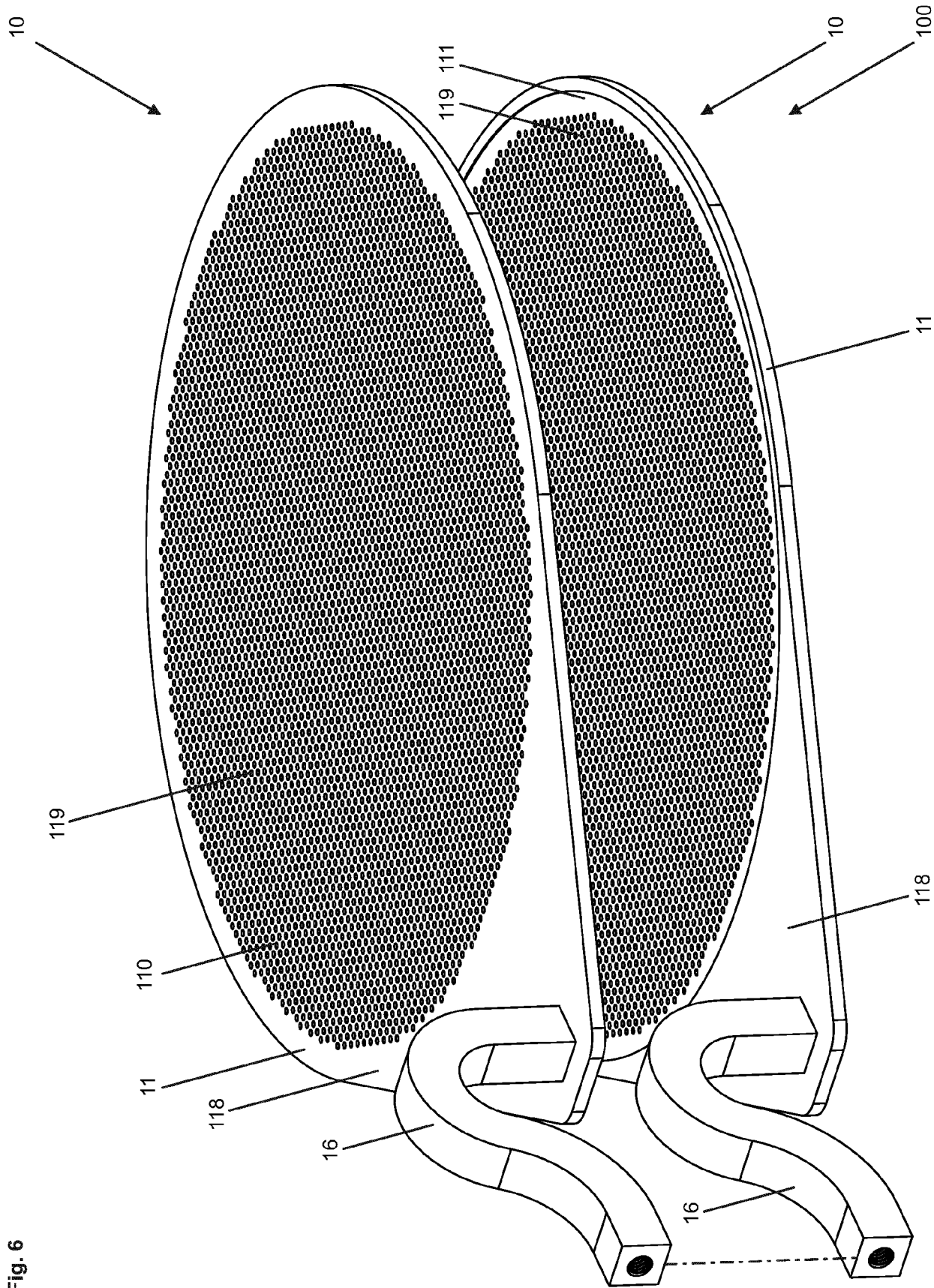


Fig. 6

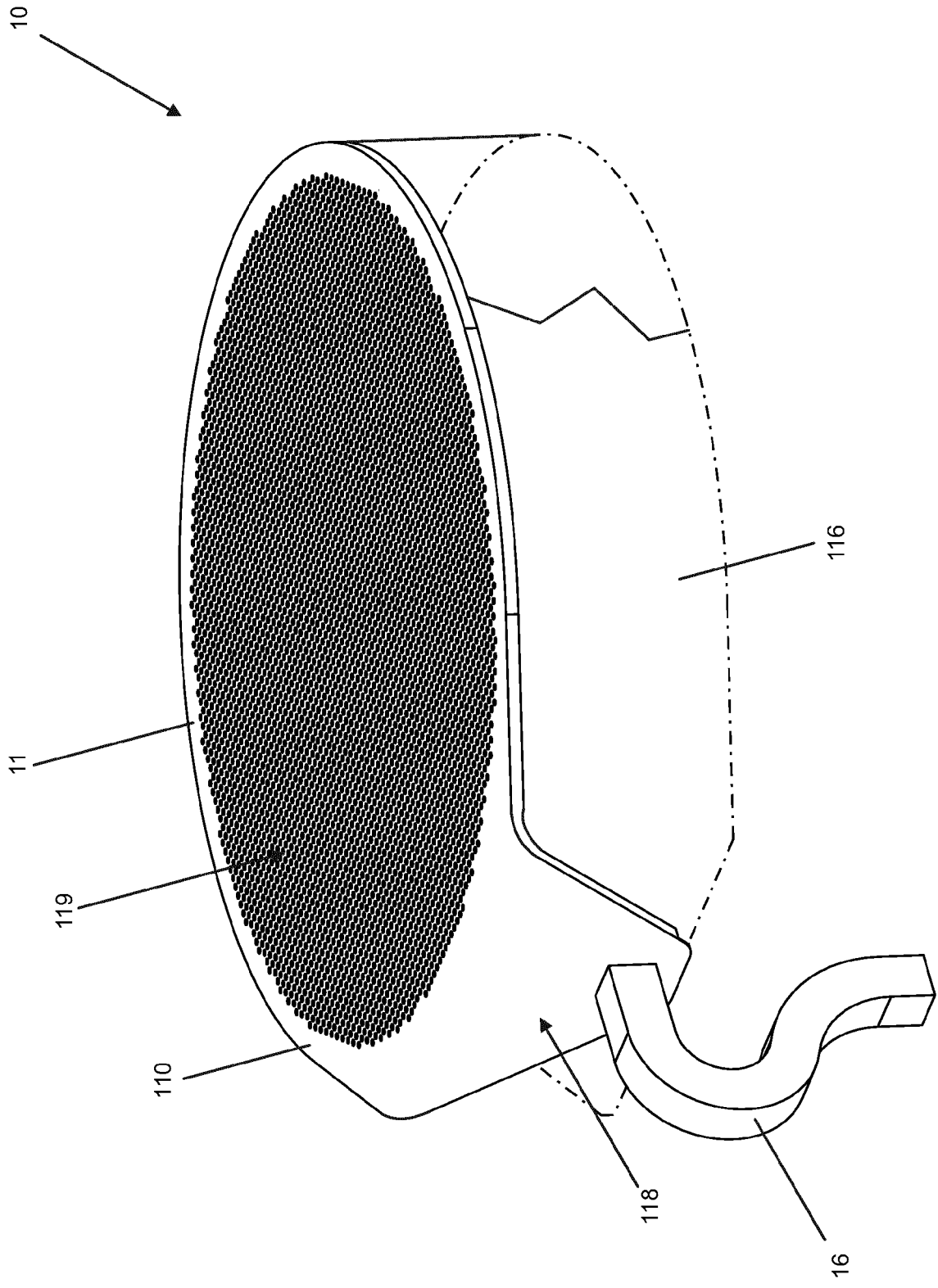


Fig. 7

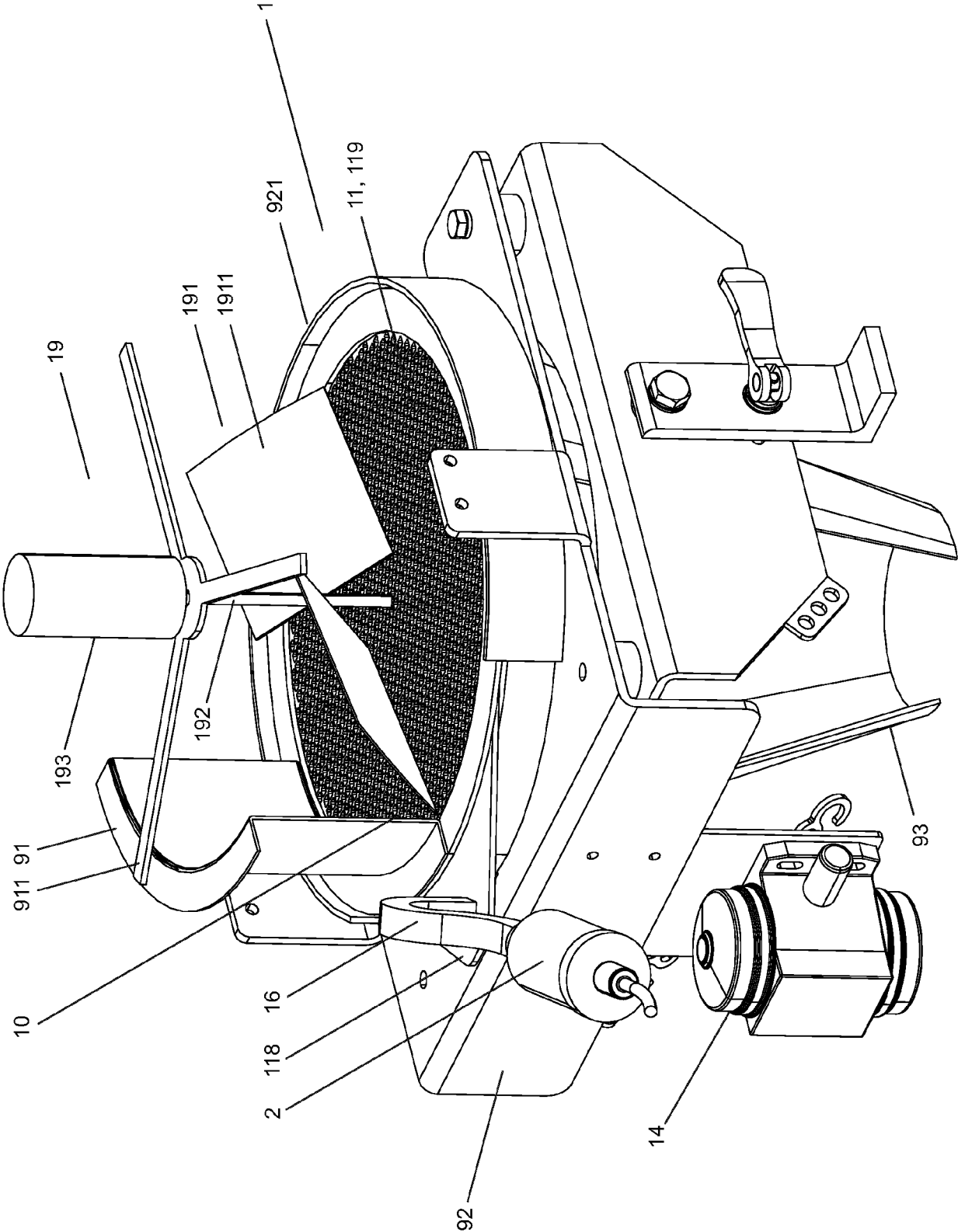


Fig. 8a

Fig. 8b

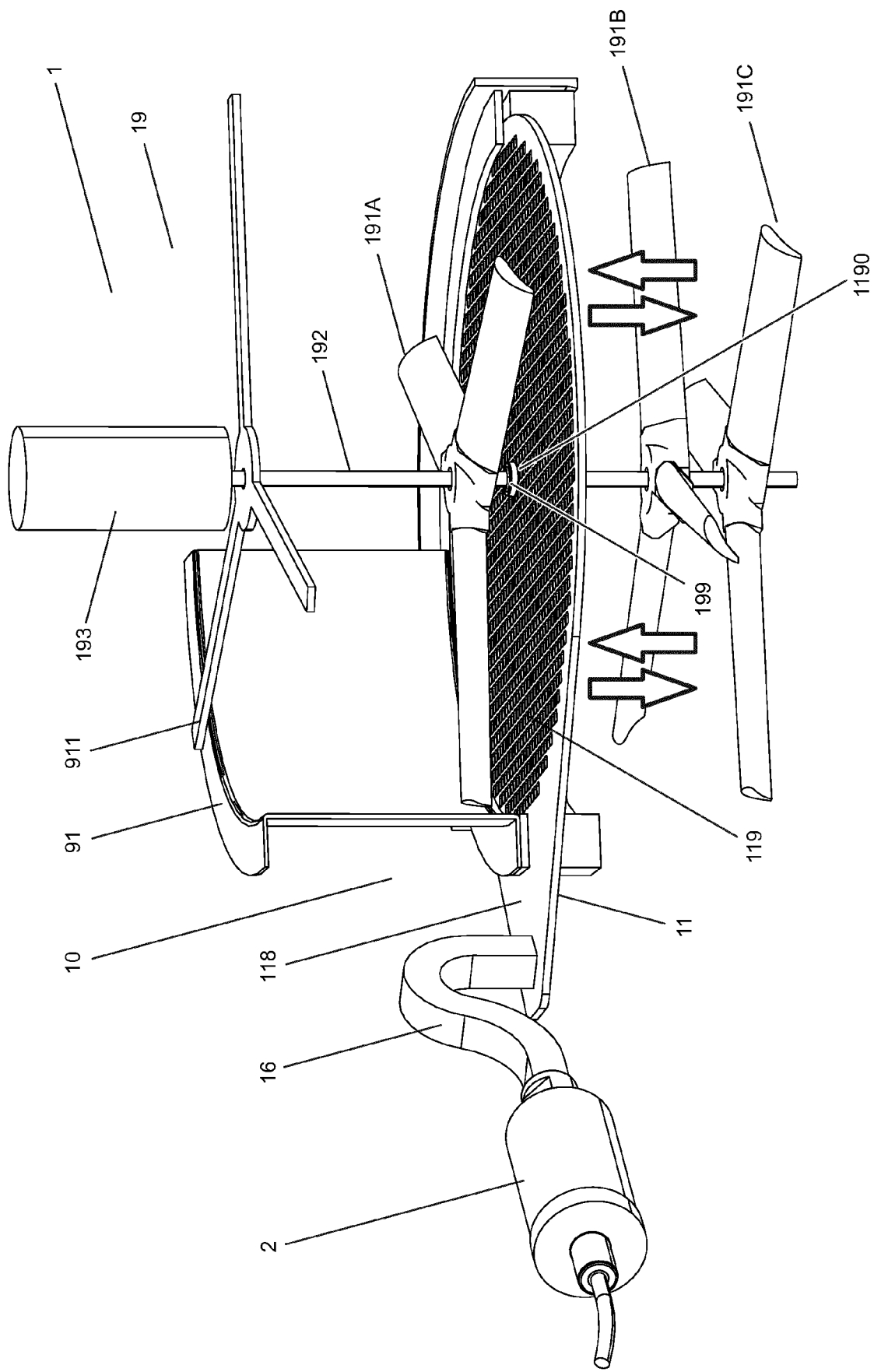
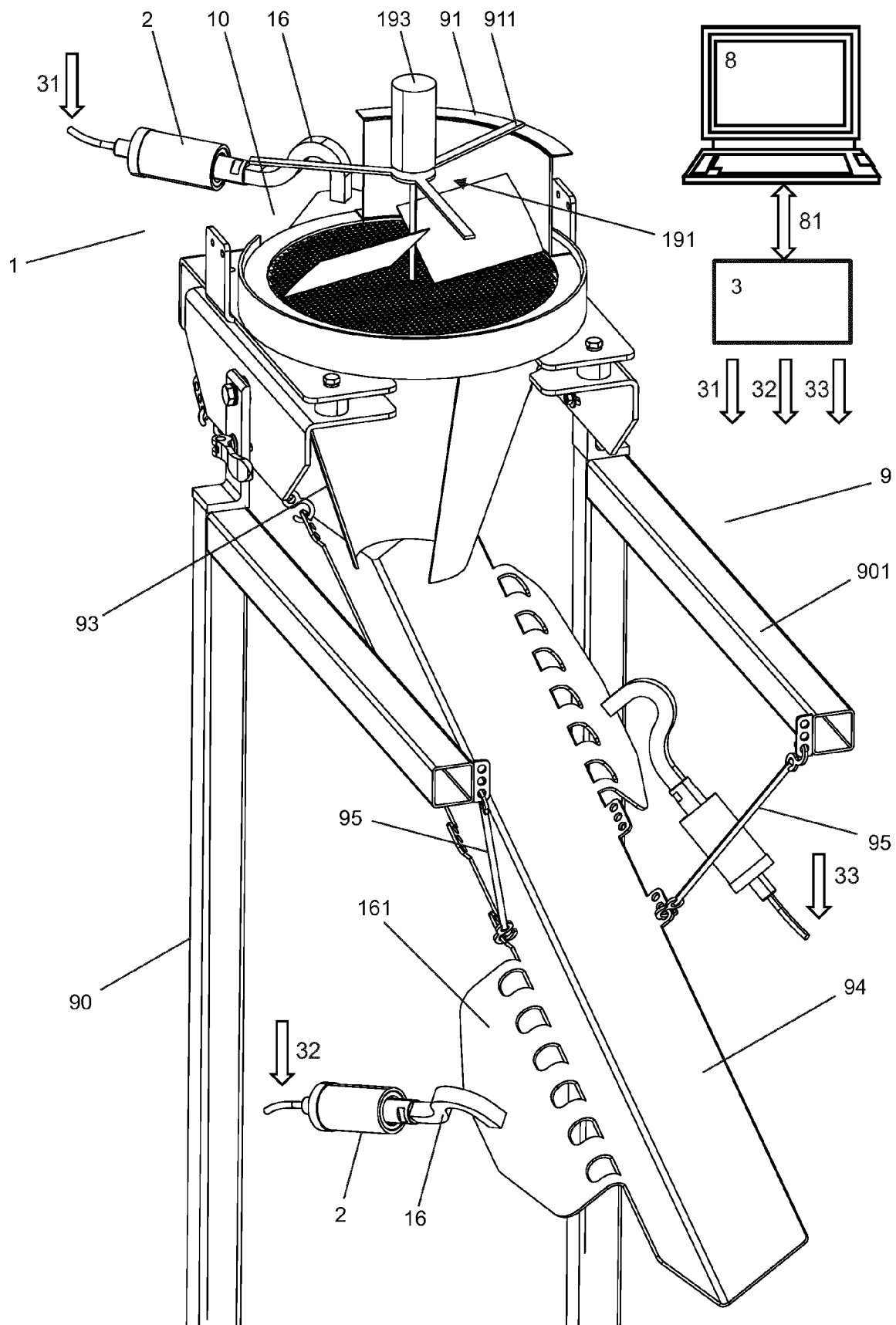


Fig. 8c





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 16 2464

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 2011 245446 A (TOKYO SEIFUNKI SEISAKUSHO:KK; TAGA ELECTRIC CO LTD) 8. Dezember 2011 (2011-12-08)	1,4-7,9, 11-14	INV. B07B1/42 B07B1/46
Y	* Abbildungen *	2,3,8, 10,15	
Y	----- US 2012/234735 A1 (ICHIKAWA HIDEO [JP] ET AL) 20. September 2012 (2012-09-20)	2,3	
A	* Zusammenfassung * * Absatz [0006] - Absatz [0007] * * Absatz [0075] - Absatz [0080] * * Absatz [0090] - Absatz [0095] * * Absatz [0132] - Absatz [0133] * * Absatz [0141] - Absatz [0145] * * Ansprüche * * Abbildungen *	1,11	
Y	----- US 2 315 651 A (PETERSON CLARENCE H) 6. April 1943 (1943-04-06)	8	
A	* Seite 1, linke Spalte, Zeile 4 - Zeile 6 * * Seite 1, linke Spalte, Zeile 36 - rechte Spalte, Zeile 24 * * Ansprüche * * Abbildungen *	1,4,11, 12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B07B
Y	----- US 2006/043006 A1 (GARRETT DAVID A [GB] ET AL) 2. März 2006 (2006-03-02)	10	
A	* Zusammenfassung * * Absatz [0001] * * Absatz [0048] * * Absatz [0054] - Absatz [0058] * * Absatz [0074] - Absatz [0075] * * Ansprüche * * Abbildungen *	1,2,4,5, 7,9, 11-14	
	----- -/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 10. August 2021	Prüfer van der Zee, Willem
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)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 16 2464

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)
Y	US 5 226 546 A (JANSSENS EDUARD X J [BE] ET AL) 13. Juli 1993 (1993-07-13)	15	
A	* Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 7 * * Spalte 3, Zeile 56 - Zeile 64 * * Ansprüche * * Abbildungen *	1,5-7, 10,11,14	
X	DE 10 2015 114076 B3 (ASSONIC MECHATRONICS GMBH [DE]) 25. Mai 2016 (2016-05-25) * Zusammenfassung * * Absatz [0008] - Absatz [0012] * * Absatz [0020] - Absatz [0033] * * Absatz [0043] - Absatz [0053] * * Ansprüche * * Abbildungen *	1,2,4-7, 9,11-14	
A,D	WO 2018/219840 A1 (A O IDEAS GMBH [CH]) 6. Dezember 2018 (2018-12-06) * Zusammenfassung * * Seite 1, Zeile 1 - Seite 3, Zeile 6 * * Seite 15, Zeile 5 - Zeile 18 * * Seite 20, Zeile 11 - Seite 21, Zeile 20 * * Ansprüche * * Abbildungen *	1,11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 10. August 2021	Prüfer van der Zee, Willem
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 21 16 2464

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.

10-08-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2011245446 A	08-12-2011	JP 5419288 B2 JP 2011245446 A	19-02-2014 08-12-2011
US 2012234735 A1	20-09-2012	CN 102736486 A EP 2500111 A2 US 2012234735 A1	17-10-2012 19-09-2012 20-09-2012
US 2315651 A	06-04-1943	KEINE	
US 2006043006 A1	02-03-2006	AT 511416 T CN 1720109 A EP 1581349 A1 GB 2395923 A GB 2410708 A JP 2006507934 A US 2006043006 A1 US 2009194467 A1 WO 2004050263 A1	15-06-2011 11-01-2006 05-10-2005 09-06-2004 10-08-2005 09-03-2006 02-03-2006 06-08-2009 17-06-2004
US 5226546 A	13-07-1993	EP 0583370 A1 US 5226546 A US 5255789 A WO 9219392 A1	23-02-1994 13-07-1993 26-10-1993 12-11-1992
DE 102015114076 B3	25-05-2016	DE 102015114076 B3 US 2016368023 A1	25-05-2016 22-12-2016
WO 2018219840 A1	06-12-2018	AU 2018276286 A1 BR 112019024879 A2 CA 3062390 A1 CN 110709176 A EP 3630378 A1 JP 2020521623 A US 2020061673 A1 WO 2018219840 A1	16-01-2020 16-06-2020 26-11-2019 17-01-2020 08-04-2020 27-07-2020 27-02-2020 06-12-2018

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2018219840 A1 **[0004]**