

(19)



(11)

EP 4 151 314 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.03.2023 Patentblatt 2023/12

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B02C 17/16^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21197761.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B02C 17/163; B02C 2210/02

(22) Anmeldetag: **20.09.2021**

(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

- **STURM, Achim**
9244 Niederuzwil (CH)
- **FRAEFEL, Cornel**
9230 Flawil (CH)
- **EGGER, Pascal**
9305 Berg (CH)

(71) Anmelder: **Bühler AG**
9240 Uzwil (CH)

(74) Vertreter: **Vossius & Partner**
Patentanwälte Rechtsanwälte mbB
Siebertstraße 3
81675 München (DE)

(72) Erfinder:
• **NATER, Eduard**
9526 Zuckenriet (CH)

(54) **ROTOR**

(57) Es wird ein Rotor für eine Rührwerkskugelmühle bereitgestellt. Der Rotor weist ein mehrteiliges metallisches Grundgerüst, mehrere Mahlwerkzeuge, die am Grundgerüst angeordnet sind, und mindestens ein, vorzugsweise mehrere nicht-metallische Schalelemente auf. Das mindestens eine Schalelement ist vorzugs-

weise lösbar an das Grundgerüst anbringbar und derart ausgebildet, dass durch das Schalelement die Oberflächen des Grundgerüsts im Wesentlichen abgedeckt oder ummantelt sind. Ferner werden Mahlscheibenanordnung für einen Rotor, ein Schalelement und ein metallisches Grundgerüst für einen Rotor bereitgestellt.

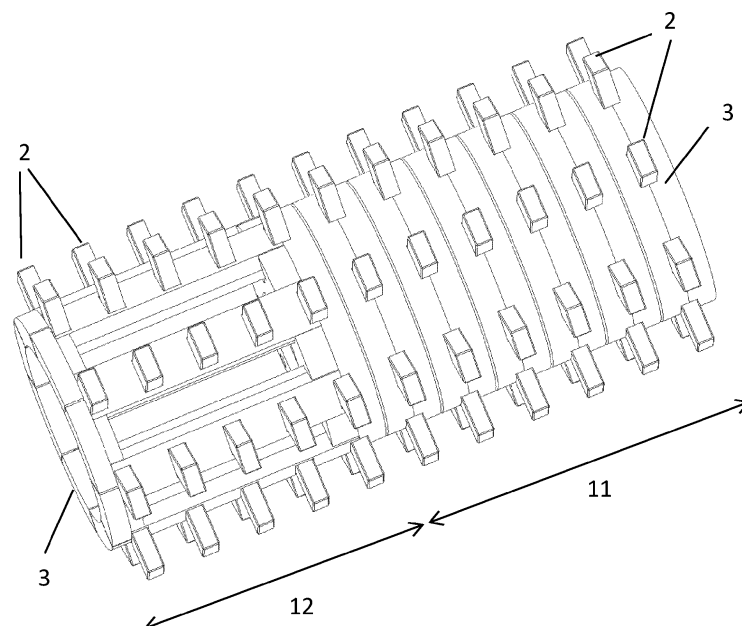


Fig. 3

EP 4 151 314 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor und insbesondere einen Rotor für eine metallfreie Prozesszone einer Rührwerkskugelmühle.

[0002] Die Herstellung von Kathoden- oder Anodenaktivmaterial gewinnt aufgrund der erhöhten Nachfrage nach Batterien immer mehr an Bedeutung. Für die Vermahlung von Aktivmaterialien, beispielsweise Lithiumeisenphosphat (LFP), Lithium-Nickel-Mangan-Cobalt-Oxide (NCM), Silizium (Si), o.ä., müssen Rührwerkskugelmühlen (RWKM) mit metallfreien Prozesszonen eingesetzt werden. Die Prozesszonen können dabei Volumen von mehr als 60 Liter beinhalten. Die Prozesszone verfügt über einen Rotor und einen gekühlten Stator. Während der Stator aufgrund der Wasserkühlung meist aus Siliziumcarbid (SiC) gefertigt ist, ist man beim Rotor, der keiner separaten Kühlung bedarf in der Auswahl des / der Werkstoffe frei. Sind die zu vermahlenden Produkte wasserbasiert, kommen i.d.R. Rotoren aus kostengünstigen Kunststoffen, wie z.B. Polyurethan (PU), zum Einsatz. Handelt es sich beim Produkt um lösungsmittelbasierte Formulierungen, werden Rotoren aus Keramik, z.B. Zirkonoxid (ZrO), eingesetzt.

[0003] Insbesondere Keramikrotoren sind jedoch teuer in der Herstellung, weisen ein hohes Gewicht auf und sind beim Einbau in die RWKM schlaganfällig. Des Weiteren weisen manche Keramiken andere Wärmeausdehnungskoeffizienten als Stahl auf, wodurch die Konstruktion und Fertigung des Rotors aufwendig und teuer werden. Rein aus Kunststoff gefertigte Rotoren oder Metallrotoren, die mit Kunststoff überzogen wurden, wiederum sind nicht lösemittelbeständig und daher für viele Produkte ebenfalls nicht geeignet. Ferner ist die Steifigkeit des Rotors von Bedeutung, damit im Betrieb keine Verformung der Bauteile auftritt.

[0004] Die Dokumente CN205304429U, DE10064828B4, CN210279354U, CN204134699U, CN210357393U und CN204724256U betreffen Stand der Technik zu der vorliegenden Erfindung.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es somit, die Nachteile bisheriger Rotoren zu überwinden. Dies wird durch die Merkmale wie unten beschrieben erzielt. Die Erfindung ist in den unabhängigen Ansprüchen definiert. Abhängige Ansprüche beschreiben bevorzugte Ausführungsformen.

[0006] Durch die Erfindung wird ein Rotor für eine Rührwerkskugelmühle bereitgestellt. Der Rotor weist ein mehrteiliges metallisches Grundgerüst, mehrere Mahlwerkzeuge, die am Grundgerüst angeordnet sind, und mindestens ein, vorzugsweise mehrere nicht-metallische Schalenelemente auf. Das mindestens eine Schalenelement ist vorzugsweise lösbar an das Grundgerüst anbringbar und derart ausgebildet, dass durch das Schalenelement die Oberflächen des Grundgerüsts im Wesentlichen abgedeckt oder ummantelt sind.

[0007] Zumindest ein Teil des Grundgerüsts kann durch eine oder mehrere nebeneinander angeordnete

Mahlscheiben und/oder jeweils zwischen zwei benachbarten Mahlscheiben angeordnete Distanzbuchsen und/oder einen Deflektorkäfig gebildet sein.

[0008] Im Betrieb soll der Rotor in einem mit Mahlgut und Mahlhilfskörpern gefüllten Mahlraum einer Rührwerkskugelmühle angeordnet sein, wobei die durch das/die Schalenelement(e) abgedeckten Oberflächen des Grundgerüsts diejenigen Oberflächen sind, die ohne Abdeckung bei Verwendung des Rotors mit dem Mahlgut und den Mahlhilfskörpern in Berührung kommen würden.

[0009] Vorzugsweise sind in dem mindestens einen Schalenelement Öffnungen zum Durchtritt der Mahlwerkzeuge vorgesehen.

[0010] Ein Abschnitt des Rotors bildet insbesondere einen zylindrischen Antriebsabschnitt, wobei das metallische Grundgerüst im Bereich des Antriebsabschnitts einen Mahlscheibengerüstabschnitt bildet, der durch eine oder mehrere metallischen Mahlscheiben gebildet ist, die beabstandet angeordnet sind, wobei jede der Mahlscheiben zwei Seitenflächen, ein in der Mitte der Scheibe gebildetes Durchgangsloch zur Aufnahme einer Rührwelle zum Antrieb des Rotors und eine Außenumfangsfläche aufweist, wobei an der Außenumfangsfläche mehrere der Mahlwerkzeuge angeordnet sind, wobei der Teil des Schalenelements zum Abdecken der Mahlscheiben jeweils durch zwei Halbschalen aus Kunststoff gebildet ist, die zumindest die Seitenflächen und die Außenumfangsfläche der Mahlscheibe umgeben.

[0011] Ferner kann ein weiterer Abschnitt des Rotors einen zylindrischen Käfigabschnitt bilden, wobei das metallische Grundgerüst im Bereich des Käfigabschnitts einen Deflektorkäfig bildet, der durch in Umfangsrichtung voneinander beabstandete metallische Längsstreben gebildet wird, die sich in Richtung einer Rotationsachse des Rotors erstrecken, wobei zwischen den Längsstreben Längsschlitze ausgebildet sind. An den Längsstreben können mehrere der Mahlwerkzeuge angeordnet sein, wobei der Teil des Schalenelements zum Abdecken der Längsstreben durch Schalenelemente gebildet wird, die die Abschnitte der Längsstreben zwischen den Mahlwerkzeugen abdecken.

[0012] Die Längsstreben des Käfigabschnitts können jeweils mit der an den Käfigabschnitt angrenzenden Mahlscheibe des Antriebsabschnitts mittels Zug-/Druckstangen verbunden sein.

[0013] Ein Ende des Grundgerüsts kann im Bereich des Käfigabschnitts durch ein metallisches, ringförmiges Abschlusselement gebildet werden, das mit den Längsstreben verbunden ist. Die Schalenelemente zum Abdecken des Abschlusselements können durch kreisabschnittförmige Elemente gebildet werden, die beidseitig am Abschlusselement befestigt sind.

[0014] Die Schalenelemente können mittels einer Klickverbindung formschlüssig mit dem Grundgerüst verbunden sein oder, bevorzugt, mit dem Grundgerüst verschraubt sein.

[0015] Die Schalenelemente sind insbesondere aus thermoplastischen, duroplastischen Kunststoffen oder

aus Elastomeren, beispielsweise PA, PE, PU, NBR oder faserverstärkten Kunststoffen, gebildet. Das metallische Grundgerüst kann aus rostfreiem Stahl gebildet sein, wobei die Mahlwerkzeuge insbesondere aus Keramik, vorzugsweise Zirkonoxid oder Siliziumcarbid, oder Kunststoff gebildet sein können.

[0016] Zur Herstellung der Schalelemente kann ein Verfahren mittels Zerspanung, beispielsweise Fräsen, Drehen oder Bohren, mittels 3D-Druck oder die Herstellung als Spritzgussteil verwendet werden.

[0017] Durch die Erfindung wird ferner eine Mahlscheibenanordnung für einen Rotor bereitgestellt, insbesondere für einen erfindungsgemäßen, wie oben beschriebenen Rotor. Die Anordnung weist eine metallische Mahlscheibe mit zwei Seitenflächen, einem in der Mitte der Scheibe gebildeten Durchgangsloch zur Aufnahme einer Rührwelle und einer Außenumfangsfläche auf. Ferner sind mehrere an der Außenumfangsfläche angeordnete Mahlwerkzeuge, die radial von der Außenumfangsfläche nach außen vorstehen, und zwei Halbschalen aus Kunststoff zum Abdecken der Mahlscheibe, die an der metallischen Mahlscheibe 4 befestigt sind, vorgesehen. Die Halbschalen umgeben zumindest die Seitenflächen und die Außenumfangsfläche der Mahlscheibe.

[0018] Die Erfindung ist ferner auf ein Schalelement gerichtet, das für einen erfindungsgemäßen Rotor oder eine erfindungsgemäße Mahlscheibenanordnung konfiguriert ist.

[0019] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist ein metallisches Grundgerüst für einen Rotor, insbesondere einen erfindungsgemäßen Rotor. Das Gerüst weist einen Mahlscheibenabschnitt mit mehreren nebeneinander angeordneten Mahlscheiben und jeweils zwischen zwei benachbarten Mahlscheiben angeordnete Distanzbuchsen, einen Deflektorkäfig, der durch in Umfangsrichtung voneinander beabstandete metallische Längsstreben, die sich in Richtung einer Rotationsachse des Rotors erstrecken, zwischen den Längsstreben angeordnete Längsschlitze und ein metallisches, ringförmiges Abschlusselement gebildet wird, das mit den Längsstreben verbunden ist, und mehrere Stabilisierungselemente auf, die zwischen den Mahlscheiben bzw. zwischen den Mahlscheiben und dem Abschlusselement angeordnet sind.

[0020] Die Erfindung wird ferner bezugnehmend auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 eine beispielhafte Darstellung eines metallischen Grundgerüsts eines Rotors gemäß der vorliegenden Offenbarung,

Fig. 2 eine beispielhafte Darstellung des Grundgerüsts aus Fig. 1 mit angebrachten Mahlwerkzeugen,

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Rotors gemäß einer Ausführungsform mit angebrachten Schalelementen,

Fig. 4 eine seitliche Schnittansicht eines Rotors gemäß der vorliegenden Offenbarung,

Fig. 5a und 5b Ansichten einer Scheibe gemäß der

vorliegenden Offenbarung,

Fig. 6 eine beispielhafte Darstellung eines metallischen Grundgerüsts eines Rotors mit Stabilisierungselementen.

[0021] Das Funktionsprinzip von Rührwerkskugelmühlen ist bekannt und wird hier nicht im Detail beschrieben. Rührwerkskugelmühlen weisen in der Regel einen Stator sowie einen Rotor auf, wobei je nach Bauform am Rotor Mahlwerkzeuge in Form von Stiften oder Nocken vorgesehen sein können. Zusätzlich können an der Statorinnenwand Mahlwerkzeuge angebracht sein, die in axialer Richtung versetzt zu den Rotormahlwerkzeugen angeordnet sind, um eine Drehung des Rotors zu ermöglichen. Zwischen Stator und Rotor befindet sich ein Mahlraum, in dem bei Rotation des Rotors um eine Rotationsachse (Mittel-Längs-Achse) das Mahlgut dispergiert oder vermahlen wird. Hierbei kommen oftmals Mahlhilfskörper, beispielsweise in Form von Keramikugeln, die sich im Mahlraum befinden, zum Einsatz.

[0022] Am ausflussseitigen Ende ist ein Sieb angebracht, das verhindert, dass Mahlhilfskörper oder größere Feststoffe in den Ausfluss gelangen und so das Produkt kontaminieren. Dabei ist der Rotor zumindest teilweise um das Sieb herum, d. h. in radialer Richtung außen, angebracht. Um den Produktfluss durch das Sieb gewährleisten zu können, ist der Rotor um das Sieb herum in der Regel als Deflektorkäfig ausgeformt. Durch diesen Käfig kann verhindert werden, dass sich die Mahlhilfskörper am Sieb ansammeln und den Ausfluss des Mahlguts behindern. Diese Käfigform wird in der Regel durch mehrere Stäbe in axialer Richtung, die durch einen runden Abschnitt verbunden und zu einem durchlässigen Hohlzylinder ausgebildet sind, erreicht. Die Antriebsseite wiederum, in der Fig. 1 rechts, ist mit einer Antriebswelle verbunden.

[0023] Fig. 1 zeigt ein beispielhaftes Grundgerüst 1 eines Rotors gemäß der vorliegenden Offenbarung. Der das hier beschriebene Grundgerüst aufweisende Rotor kann insbesondere in horizontalen Rührwerkskugelmühlen, d.h. Mühlen mit einer horizontal ausgerichteten Rotationsachse, eingesetzt werden, ist jedoch nicht darauf beschränkt. Das Grundgerüst 1 ist mehrteilig aufgebaut. Insbesondere kann das Grundgerüst 1 als im Wesentlichen hohlzylindrischer Körper ausgeführt sein.

[0024] In Fig. 1 ist ein Deflektorkäfig 121 zu erkennen, der wie oben beschrieben aus mehreren in Umfangsrichtung voneinander beabstandeten Längsstreben 6, die an den Enden jeweils durch ein ringförmiges Abschlusselement 7 oder ein kreisrundes Element verbunden sind, gebildet wird. Zwischen den Längsstreben 6 sind somit Längsschlitze 61 ausgebildet, durch die das Mahlgut bzw. das Produkt abfließen kann. Innerhalb dieses Deflektorkäfigs 121, radial innenliegend, ist im Betrieb das Sieb angebracht (nicht gezeigt). Es können auch andere Bauformen des Deflektorkäfigs 121 sinnvoll sein, sofern sie den Durchfluss des Mahlguts gestatten. Der antriebsseitige Teil, im Bild rechts, wird als Mahlscheibengerü-

stabschnitt 111 durch ein oder mehrere Mahlscheiben 4 gebildet. Diese können durch Distanzbuchsen 5 voneinander beabstandet sein, um einen gleichmäßigen Abstand zwischen den Mahlscheiben 4 bzw. zwischen der ausflusssseitigen Mahlscheibe 4 und dem Deflektorkäfigs 121, sicherzustellen. Letztere Distanzbuchse kann auch als Teil des Deflektorkäfigs 121 ausgebildet sein.

[0025] Der Deflektorkäfig 121 und der Mahlscheiben-gerüstabschnitt 111 (und gegebenenfalls die Distanzbuchsen 5) des Grundgerüsts 1 können aus Metall, beispielsweise rostfreiem Stahl, hergestellt sein. Das metallische Grundgerüst 1 stellt die tragende Struktur des Rotors dar, die dem Rotor die nötige Stabilität verleiht und eine effiziente Drehmomentübertragung von der Antriebsachse, insbesondere auf die am Grundgerüst 1 befestigbaren Mahlwerkzeuge erlaubt. Das in Fig. 1 gezeigte Grundgerüst 1 mit daran angebrachten Mahlwerkzeugen 2 ist in Fig. 2 gezeigt, wobei diese am Deflektorkäfig 121 an den Längsstreben 6 und im Mahlscheibenabschnitt 111 an den Mahlscheiben 4 in radialer Richtung befestigt sind. In einer Ausführungsform werden die Mahlwerkzeuge 2 verschraubt. Alternativ können die Mahlwerkzeuge 2 selbst ein Außengewinde aufweisen, mit dem sie am Grundgerüst 1, d.h. den Längsstreben 6 des Deflektorkäfigs 12 bzw. den Mahlscheiben 4, angebracht werden. Sie können aus Kunststoff oder aus Keramik, z.B. Zirkonoxid (ZrO_2) oder Siliziumcarbid (SiC), hergestellt sein. Ferner können die Mahlwerkzeuge 2 selbst auch über eine Grundstruktur, beispielsweise aus Metall, verfügen, die beschichtet, umgossen oder verschalt wird. Die Form der Mahlwerkzeuge 2 ist in Fig. 2 quaderförmig dargestellt. Die Mahlwerkzeuge 2 rühren und aktivieren die Mahlhilfskörper, sie können z. B. auch rund, trapezförmig oder pilzförmig sein, und dabei Funktionsflächen aufweisen, um die Mahlhilfskörper axial oder radial in eine gewünschte Richtung zu lenken. Die Mahlscheiben 4 können dabei einzeln angebracht und ausgetauscht werden, wodurch ein modularer Aufbau gewährleistet werden kann.

[0026] Bei der Verarbeitung gewisser Stoffe sollte gewährleistet sein, dass kein Metallabrieb in das Produkt gelangt. So sollte beispielsweise bei LFP, ein Kathodenaktivmaterial in der Herstellung von Batterien, die Prozesszone metallfrei bleiben. Mit anderen Worten sollte kein Metallabrieb in den Mahlraum gelangen. Hierfür sollten die metallischen Oberflächen des Grundgerüsts 1, die im Mahlraum mit dem Mahlgut oder den Mahlhilfskörpern in Berührung kommen würden, abgedeckt oder ummantelt werden, d.h. ein Verschleißschutz angebracht werden. Dies wird durch mindestens ein Schalenelement, vorzugsweise mehrere Schalenelemente 3 bewirkt, wie sie in Fig. 3 gezeigt sind.

[0027] In der einfachsten Ausführungsform kann ein Grundgerüst, wie in Fig. 1 gezeigt, ein einstückiges, zylinderförmiges Schalenelement vorgesehen sein, das so über das Grundgerüst 1 geschoben werden kann, dass die Oberfläche des Grundgerüsts 1 abgedeckt wird, wobei Öffnungen vorgesehen sein können, um nach Aufschie-

ben des Schalenelements die Mahlwerkzeuge 2 am Grundgerüst befestigen zu können. Bevorzugt sind aber, wie in Fig. 3 gezeigt, mehrere Schalenelemente 3 vorgesehen, die an die Oberfläche des Grundgerüsts 1 angepasst sind, und diese möglichst vollständig abdecken bzw. ummanteln können. Die Schalenelemente 3 sind nichtmetallisch und können lösbar (oder verbindbar) am Grundgerüst 1 befestigt werden. Die Befestigung kann dabei mittels Schraubverbindungen, Klickverbindungen, Klemmverbindungen oder dergleichen erfolgen. Rotor und Grundgerüst 1 weisen somit jeweils den gleichen Käfigabschnitt 12 (bzw. Deflektorkäfig 121) und Antriebsabschnitt 11 (bzw. Mahlscheibenabschnitt 111) auf. Diese Abschnitte bezeichnen jeweils axiale Abschnitte entlang der Rotationsachse.

[0028] Bei der Gestaltung der Schalenelemente 3 wird der unterschiedlichen Geometrie im Käfigabschnitt 12 sowie im Antriebsabschnitt 11 Rechnung getragen, indem die Längsstreben 6 sowie das ringförmige Abschlusselement 7 bzw. die Mahlscheiben 4 durch passgenaue Schalenelemente 3 abgedeckt werden. Bevorzugt sind an den Mahlscheiben 4 und an den Längsstreben 6 bzw. an dem ein- oder mehrteiligen runden Abschlusselement 7 mehrere Schalenelemente 3 vorgesehen, die das jeweilige Bauteil bzw. Teilbereich des Grundkörpers 1 umschließen. Beispielsweise kann die Verschalung der Längsstreben 6 des Deflektorkäfigs 121 durch mehrere Schalenelemente 3 erfolgen, die durch Schraubverbindungen miteinander oder mit dem Grundgerüst 1 selbst verbunden sind. Das ringförmige Abschlusselement 7 kann durch kreisabschnittförmige Schalenelemente 3 abgedeckt bzw. ummantelt werden. Im Falle von Klick- oder Klemmverbindungen sollte möglicherweise die unterschiedliche Ausdehnung der Schalenelemente sowie der darunter liegenden Struktur bei Wärme beachtet werden, um keine plastische Deformation und somit eine Beschädigung der Schalenelemente 3 herbeizuführen.

[0029] Die Schalenelemente 3 können aus thermoplastischen oder duroplastischen Kunststoffen oder aus Elastomeren, beispielsweise PA, PE, PU, NBR oder aus faserverstärkten Kunststoffen ausgebildet sein. Ferner können die Schalenelemente 3, abhängig vom gewählten Werkstoff, mittels Zerspanung, beispielsweise durch Fräsen, Drehen oder Bohren, mittels 3D-Druck oder als Spritzgussteil hergestellt werden. Alternativ können auch Schalenteile beschichtet, umgossen oder aufgespritzt werden.

[0030] Hierbei ist zu beachten, dass bevorzugt größere Metallflächen des Grundgerüsts 1 abgedeckt oder vom Mahlgutstrom im Wesentlichen ferngehalten werden, um dort den Metallabrieb d.h. den Verschleiß zu vermeiden. Da im Falle einer Schraubverbindung der Mahlwerkzeuge 2 und/oder der Schalenelemente 3 die Schraubenköpfe bevorzugt versenkt sind, ist dort kein hoher Metallabrieb zu erwarten. Alternativ können Kunststoff- oder Keramikschrauben verwendet werden oder die Schrauben werden innenliegend angeordnet. Alternativ können die Mahlwerkzeuge 2 auch verklebt oder

geklemmt mit dem Grundgerüst 1 verbunden werden, sodass das Verbindungselement nicht mit dem Mahlgutstrom in Berührung kommt.

[0031] Die Schalenelemente 3 können Aussparungen oder Öffnungen 31 aufweisen, die zum Durchtritt der Mahlwerkzeuge 2 vorgesehen sind. Die Schalenelemente 3 können ferner in mehrere Schalenelemente unterteilt sein, die zusammengesetzt das Grundgerüst 1 sowie die Mahlwerkzeuge 2 umschließen.

[0032] Zwischen den Schalenelementen 3 können Spalte vorgesehen sein, die eine thermische Ausdehnung im Betrieb ohne plastische Deformation ermöglichen. Ferner erlauben die Spalte das Quellen bei Wasseraufnahme ohne plastische Deformation. Es kann auch vorteilhaft sein, Dichtungen zwischen den Schalenelementen 3, zwischen Schalenelementen 3 und Mahlwerkzeugen 2 und/oder zwischen Schalenelementen 3 und dem Grundgerüst 1 vorzusehen.

[0033] Fig. 4 zeigt einen seitlichen Schnitt eines Grundgerüsts 1 mit darin angebrachten Schalenelementen 3 wie mit Bezug auf die Fig. 3 beschrieben. Fig. 4 zeigt ferner als gestrichelte Linie die oben beschriebene Rotationsachse, die in den Figuren 1 bis 3 nicht explizit dargestellt ist.

[0034] Fig. 5a ist eine Explosionszeichnung einer Mahlscheibe 4 mit Mahlwerkzeugen 2 und Schalenelementen 3 gemäß der vorliegenden Offenbarung. Die Mahlscheibe 4 ist aus Metall, z.B. aus rostfreiem Stahl, und weist zwei Seitenflächen 41, eine in der Mitte der Mahlscheibe 4 gebildetes Durchgangsloch 42 zur Aufnahme einer Rühr- oder Antriebswelle und eine Außenumfangsfläche 43 auf. Die Mahlscheibe 4 kann ein oder mehrere Bohrlöcher zur Aufnahme von Schrauben aufweisen. Ferner können Aussparungen und/oder Versteifungsrippen vorgesehen sein. An den Außenumfangsflächen sind mehrere Mahlwerkzeuge 2 angebracht, die radial von der Außenumfangsfläche 43 nach außen vorstehen. Die Schalenelemente 3 umgeben zumindest die Seitenflächen 41 und die Außenumfangsfläche 43, abgesehen von den Mahlwerkzeugen 2. Wie der Explosionszeichnung zu entnehmen ist, sind in diesem Beispiel sowohl die Mahlwerkzeuge 2 als auch die Schalenelemente 3 jeweils mit Schraubverbindungen an der Mahlscheibe 4 befestigt.

[0035] Fig. 5b zeigt die Mahlscheibe 4 mit Schalenelement 3 und Mahlwerkzeugen 2 in zusammengebautem Zustand. Die Mahlscheibe 4, mit oder ohne Schalenelement 3 und/oder Mahlwerkzeugen 2, kann dabei separat als Ersatzteil vorgesehen werden und, wie oben beschrieben, modular mittels der Distanzbuchsen 5 zur Bildung des Grundgerüsts 1 eines Rotors verwendet werden. Ferner können auch einzelne Mahlscheiben 4, Mahlwerkzeuge 2 oder Schalenelemente 4 verschleißabhängig ausgetauscht werden.

[0036] Die Schalenelemente 3 der gezeigten Mahlscheibenanordnung weisen also zwei Halbschalen aus Kunststoff zum Abdecken der Mahlscheibe auf. Die Halbschalen sind jeweils an der metallischen Mahlscheibe 4

befestigt, wobei die Halbschalen zumindest die Seitenflächen und die Außenumfangsfläche der Mahlscheibe 4 umgeben. Die Halbschalen bilden somit das Schalenelement 3. Das Schalenelement 3 kann jedoch auch anders unterteilt sein und aus mehr als zwei Teilen bestehen, sofern die metallische Oberfläche, die ohne Abdeckung mit dem Mahlgut und den Mahlhilfskörpern in Berührung kommen würde, im Wesentlichen abgedeckt bzw. ummantelt wird.

[0037] Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform eines metallischen Grundgerüsts 1 für einen Rotor, wie es in Fig. 1 gezeigt ist. Die Ausführungsform gemäß Fig. 6 weist zusätzlich Stabilisierungselemente 8 auf, die beispielsweise in Form von Stäben die Mahlscheiben 4 und den Deflektorkäfig 121 verbinden. In der Fig. 6 sind die Stabilisierungselemente 8 als runde Stangen dargestellt, die zwischen den Mahlscheiben 4 und zwischen den Mahlscheiben 4 und dem Deflektorkäfig 121 bzw. dessen Abschlusselement 7 angeordnet sind.

[0038] Diese Stabilisierungselemente 8 können das Grundgerüst 1 ergänzen.

[0039] Die Stabilisierungselemente 8 können als einzelne, kurze Elemente zwischen den Mahlscheiben 4 angeordnet sein oder als durchgängige Stangen ausgebildet sein, die durch die Mahlscheiben 4 hindurchtreten, gegebenenfalls mit Abstands- bzw. Distanzelementen zwischen den Mahlscheiben 4. Bevorzugt sind die Stabilisierungselemente 8 in der Nähe des Außenumfangs der Mahlscheiben 4 angeordnet. Die Stabilisierungselemente 8 können auch mehrteilig ausgebildet sein und beispielsweise aus Zugstangen und Druckhülsen bestehen. Die Befestigung am Grundgerüst 1 kann mit entsprechenden Gewinden und Bohrungen mit Schrauben und Muttern erfolgen.

[0040] Die Stabilisierungselemente 8 haben die Funktion, das Grundgerüst 1 zu stabilisieren und zu versteifen. Dadurch wird die Deformation des Rotors infolge von äusseren Kräften wie der Schwerkraft verkleinert. Dies ist auch von Vorteil, weil dadurch der Abstand vom rotierenden Käfig zum stationären Sieb, das innerhalb des Käfigs liegt, sehr klein gewählt werden kann. Bei kleinem Abstand von Sieb zum Käfig werden die Mahlhilfskörper einfacher vom Sieb zurückgehalten. Dies führt zu einer hohen Produktdurchlässigkeit und Effizienz der Maschine.

[0041] Die Stabilisierungselemente 8 können also als Zug- bzw. Druckstangen wirken und bewirken so eine hohe Steifigkeit der Konstruktion, wodurch eine geringe Durchbiegung der Antriebswelle im horizontalen Betrieb erreicht werden kann.

[0042] Ein solches Grundgerüst 1 mit Stabilisierungselementen 8 ist somit ebenfalls ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung, wobei diese spezielle Gestaltung ermöglicht, ein leichtes Grundgerüst 1 bereitzustellen, was insbesondere in Verbindung mit der Verschalung in großen Rührwerkskugelmöhlen, beispielsweise mit einem Rotordurchmesser von 40 cm oder mehr vorteilhaft ist.

[0043] Die vorliegende Offenbarung umfasst ferner ein

Schalenelement 3 bzw. eine Schalenelementanordnung für einen Rotor und/oder eine Mahlscheibe 4 und/oder eine Mahlscheibenanordnung wie oben beschrieben. Ein solches Schalenelement 3 bzw. eine Schalenelementanordnung kann an ein bestehendes Grundgerüst, beispielsweise gemäß der vorliegenden Offenbarung, zum Abdecken der Metalloberflächen angebracht werden oder kann ein verschlissenes Schalenelement ersetzen.

[0044] Ferner umfasst die vorliegende Offenbarung die Verwendung eines Schalenelements 3 bzw. einer Schalenelementanordnung für einen Rotor und/oder eine Mahlscheibe 4 und/oder eine Mahlscheibenanordnung wie oben beschrieben.

[0045] Somit kann durch die vorliegende Erfindung ein modular aufgebauter Rotor für eine Rührwerkskugelmühle bereitgestellt werden, der auch in metallfreien Prozesszonen zum Einsatz kommen kann. Ferner können die Schalenelemente, Mahlwerkzeuge oder Mahlscheiben einzeln und verschleißabhängig ausgetauscht werden. Die metallischen Teile, d.h. das Grundgerüst bzw. Skelett des Rotors bestehend aus Käfig, Mahlscheiben und ggf. Distanzbuchsen und/oder Stabilisierungselementen, werden durch die Verschalung nicht auf Verschleiß beansprucht, wodurch eine metallfreie Zerkleinerung des Produkts erreicht werden kann.

[0046] Die Schalen können derart geformt sein, dass diese einen Zylinder bilden und sich zwischen Rotor und Mahlbehälter ein ringförmiger Mahlspace ergibt. Die Schalen sind aus verschleißbeständigen Werkstoffen wie Kunststoff oder Keramik gefertigt. Ferner können die Schalen mit Schrauben auf der Metallstruktur befestigt sein und sind somit bei Verschleiß einfach austauschbar. Die Schalen können aber auch mittels einer Klickverbindung formschlüssig befestigt werden.

[0047] Die Schalenteile erfahren nur eine geringe Belastung, denn die Mahlwerkzeuge leiten die Kräfte auf die tragende Struktur, d.h. das Grundgerüst, ab. Die Zug-/ Druckstangen verbinden die Scheiben und den Käfig auf grossem Durchmesser und versteifen die Konstruktion, das führt zu einer sehr kleinen Durchbiegung der Welle und somit ist es möglich, den Abstand von Käfig zu Sieb sehr klein zu wählen.

[0048] Durch den hybriden Aufbau aus Metall, Kunststoff und Keramik ist es ferner möglich, ein geringes Gesamtgewicht des Rotors bei gleichzeitiger maximaler Steifigkeit zu gewährleisten. Auch dies trägt zur geringen Durchbiegung der Antriebswelle oder des Rotors im horizontalen Betrieb und einer Verringerung des Abstands von Käfig zu Sieb bei.

[0049] Obwohl die Erfindung mittels der Figuren und der zugehörigen Beschreibung dargestellt und detailliert beschrieben ist, sind diese Darstellung und diese detaillierte Beschreibung illustrativ und beispielhaft zu verstehen und nicht als die Erfindung einschränkend. Es versteht sich, dass Fachleute Änderungen und Abwandlungen machen können, ohne den Umfang der folgenden Ansprüche zu verlassen. Insbesondere umfasst die Erfindung ebenfalls Ausführungsformen mit jeglicher Kom-

bination von Merkmalen, die vorstehend zu verschiedenen Aspekten und/oder Ausführungsformen genannt oder gezeigt sind.

[0050] Die Erfindung umfasst ebenfalls einzelne Merkmale in den Figuren auch wenn sie dort im Zusammenhang mit anderen Merkmalen gezeigt sind und/oder vorstehend nicht genannt sind.

[0051] Im Weiteren schließt der Ausdruck "umfassen" und Ableitungen davon andere Elemente oder Schritte nicht aus. Ebenfalls schließt der unbestimmte Artikel "ein" bzw. "eine" und Ableitungen davon eine Vielzahl nicht aus. Die Funktionen mehrerer in den Ansprüchen aufgeführter Merkmale können durch eine Einheit erfüllt sein. Die Begriffe "im Wesentlichen", "etwa", "ungefähr" und dergleichen in Verbindung mit einer Eigenschaft beziehungsweise einem Wert definieren insbesondere auch genau die Eigenschaft beziehungsweise genau den Wert. Alle Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als den Umfang der Ansprüche einschränkend zu verstehen.

Liste der Bezugszeichen

[0052]

1	Grundgerüst
11	Antriebsabschnitt
111	Mahlscheibengerüstabschnitt
12	Käfigabschnitt
121	Deflektorkäfig
2	Mahlwerkzeuge
3	Schalenelemente
4	Mahlscheiben
41	Seitenflächen
42	Durchgangsloch
43	Außenumfangsfläche
5	Distanzbuchsen
6	Längsstrebe
61	Längsschlitz
7	Abschlusselement
8	Stabilisierungselement

Patentansprüche

1. Rotor für eine Rührwerkskugelmühle, umfassend

- ein mehrteiliges metallisches Grundgerüst (1),
- mehrere Mahlwerkzeuge (2) die am Grundgerüst (1) angeordnet sind, und
- mindestens ein nicht-metallisches Schalenelement (3),

wobei das mindestens eine Schalenelement (3) derart ausgebildet ist, dass durch das Schalenelement (3) die Oberflächen des Grundgerüsts (1) im Wesentlichen abgedeckt oder ummantelt sind.

2. Rotor nach Anspruch 1, wobei zumindest ein Teil des Grundgerüsts (1) durch eine oder mehrere nebeneinander angeordnete Mahlscheiben (4) und/oder jeweils zwischen zwei benachbarten Mahlscheiben (4) angeordneten Distanzbuchsen (5) und/oder einen Deflektorkäfig (112) gebildet ist. 5
3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Rotor im Betrieb in einem mit Mahlgut und Mahlhilfskörpern gefüllten Mahlraum einer Rührwerkskugelmühle angeordnet ist, wobei die durch die Schalenelemente (3) abgedeckten Oberflächen des Grundgerüsts (1) diejenigen Oberflächen sind, die ohne Abdeckung bei Verwendung des Rotors mit dem Mahlgut und den Mahlhilfskörpern in Berührung kommen würden. 10 15
4. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei in dem mindestens einem Schalenelement (3) Öffnungen (31) zum Durchtritt der Mahlwerkzeuge (2) vorgesehen sind. 20
5. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei ein Abschnitt des Rotors einen zylindrischen Antriebsabschnitt (11) bildet, wobei das metallische Grundgerüst (1) im Bereich des Antriebsabschnitts (11) einen Mahlscheibengerüstabschnitt (111) bildet, der durch eine oder mehrere metallische Mahlscheiben (4) gebildet ist, die beabstandet angeordnet sind, wobei jede der Mahlscheiben (4) zwei Seitenflächen, ein in der Mitte der Scheibe gebildetes Durchgangsloch zur Aufnahme einer Rührwelle zum Antrieb des Rotors und eine Außenumfangsfläche aufweist, wobei an der Außenumfangsfläche mehrere der Mahlwerkzeuge (2) angeordnet sind, wobei der Teil des Schalenelements (3) zum Abdecken der Mahlscheiben (4) jeweils durch zwei Halbschalen aus Kunststoff gebildet ist, die zumindest die Seitenflächen und die Außenumfangsfläche der Mahlscheibe (4) umgeben. 25 30 35 40
6. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei ein Abschnitt des Rotors einen zylindrischen Käfigabschnitt (12) bildet, wobei das metallische Grundgerüst (1) im Bereich des Käfigabschnitts (12) einen Deflektorkäfig (121) bildet, der durch in Umfangsrichtung voneinander beabstandete metallische Längsstreben (6) gebildet wird, die sich in Richtung einer Rotationsachse des Rotors erstrecken, wobei zwischen den Längsstreben (6) Längsschlitze (61) ausgebildet sind, wobei an den Längsstreben (6) mehrere der Mahlwerkzeuge (2) angeordnet sind, wobei der Teil des Schalenelements (3) zum Abdecken der Längsstreben (6) durch Schalenelemente (3) gebildet wird, die die Abschnitte der Längsstreben zwischen den Mahlwerkzeugen (2) abdecken. 45 50 55
7. Rotor nach Anspruch 6, wobei die Längsstreben (6) des Deflektorkäfig (121) jeweils mit der an den Deflektorkäfig (121) angrenzenden Mahlscheibe (4) des Antriebsabschnitts (11) mittels Zug-/Druckstangen verbunden sind.
8. Rotor nach Anspruch 6 oder 7, wobei ein Ende des Grundgerüsts (1) im Bereich des Käfigabschnitts (12) durch ein metallisches, ringförmiges Abschlusselement (7) gebildet wird, das mit den Längsstreben (6) verbunden ist, und die Schalenelemente (3) zum Abdecken des Abschlusselements durch kreisabschnittförmige Elemente gebildet werden, die beidseitig am Abschlusselement befestigt sind.
9. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Grundgerüst (1) ferner mehrere Stabilisierungselemente (8) aufweist, die zwischen den Mahlscheiben (4) angeordnet sind bzw. durch die Mahlscheiben (4) hindurch treten.
10. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Schalenelemente (3) mittels einer Klickverbindung formschlüssig mit dem Grundgerüst (1) verbunden oder, bevorzugt, die Schalenelemente (3) mit dem Grundgerüst (1) verschraubt sind.
11. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Schalenelemente (3) aus thermoplastischen, duroplastischen Kunststoffen oder aus Elastomeren, beispielsweise PA, PE, PU, NBR oder faserverstärkten Kunststoffen, gebildet sind und/oder wobei das metallische Grundgerüst (1) aus rostfreiem Stahl gebildet ist und/oder, wobei die Mahlwerkzeuge (2) aus Keramik, vorzugsweise Zirkonoxid oder Siliziumcarbid, oder Kunststoff gebildet sind.
12. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Schalenelemente (3) mittels Zerspanung, beispielsweise durch Fräsen, Drehen oder Bohren, mittels 3D-Druck oder als Spritzgussteil hergestellt sind.
13. Mahlscheibenanordnung für einen Rotor, insbesondere einen Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einer metallischen Mahlscheibe (4), die zwei Seitenflächen, ein in der Mitte der Scheibe gebildetes Durchgangsloch zur Aufnahme einer Rührwelle und eine Außenumfangsfläche aufweist, mehreren an der Außenumfangsfläche angeordneten Mahlwerkzeugen (2), die radial von der Außenumfangsfläche nach außen vorstehen, und zwei Halbschalen aus Kunststoff zum Abdecken der Mahlscheibe (4), die an der metallischen Mahlscheibe (4) befestigt sind, wobei die Halbschalen zumindest die Seitenflächen und die Außenumfangsfläche der Mahlscheibe (4) umgeben.

14. Schalenelement (3) konfiguriert für einen Rotor gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 oder einer Mahlscheibenanordnung gemäß Anspruch 13.

15. Metallisches Grundgerüst für einen Rotor, insbesondere einen Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, mit
einem Mahlscheibenabschnitt (111), der mehrere nebeneinander angeordnete Mahlscheiben (4) und jeweils zwischen zwei benachbarten Mahlscheiben (4) angeordnete Distanzbuchsen (5) aufweist,
einem Deflektorkäfig (112), der durch in Umfangsrichtung voneinander beabstandete metallische Längsstreben (6), die sich in Richtung einer Rotationsachse des Rotors erstrecken, wobei zwischen den Längsstreben (6) Längsschlitze (61) ausgebildet sind, und einem metallischen, ringförmigen Abschlusselement (7) gebildet wird, das mit den Längsstreben (6) verbunden ist und mehreren Stabilisierungselementen (8), die zwischen den Mahlscheiben (4) bzw. zwischen den Mahlscheiben 4 und dem Abschlusselement (7) angeordnet sind.

5

10

15

20

25

30

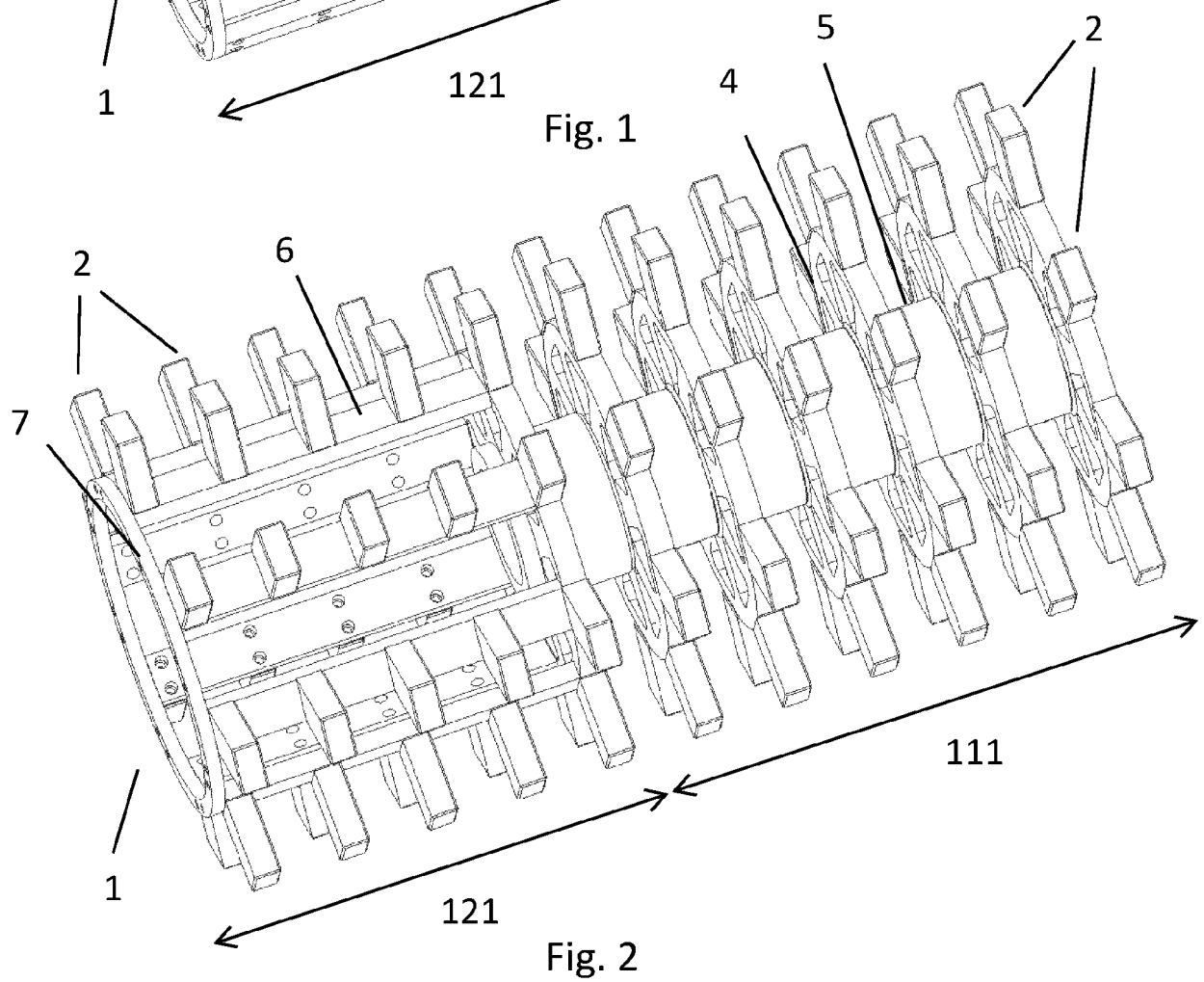
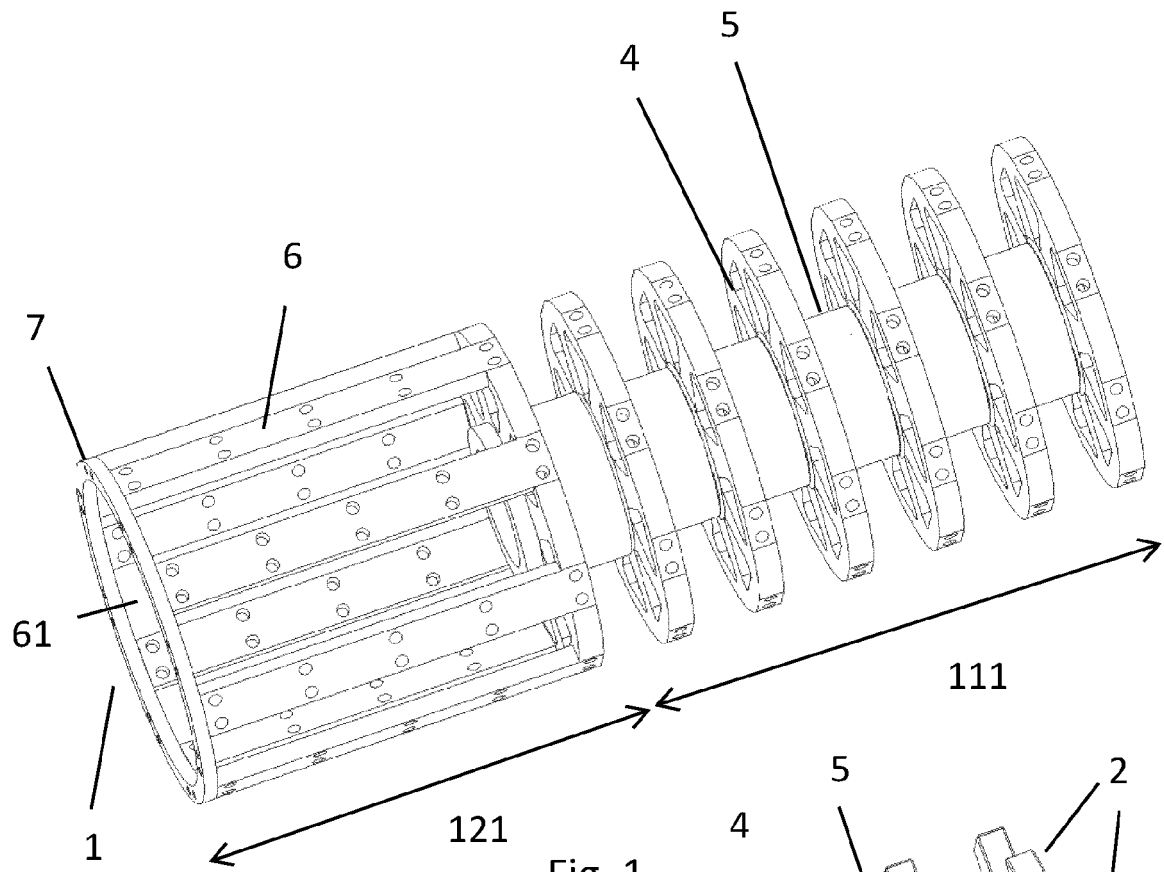
35

40

45

50

55



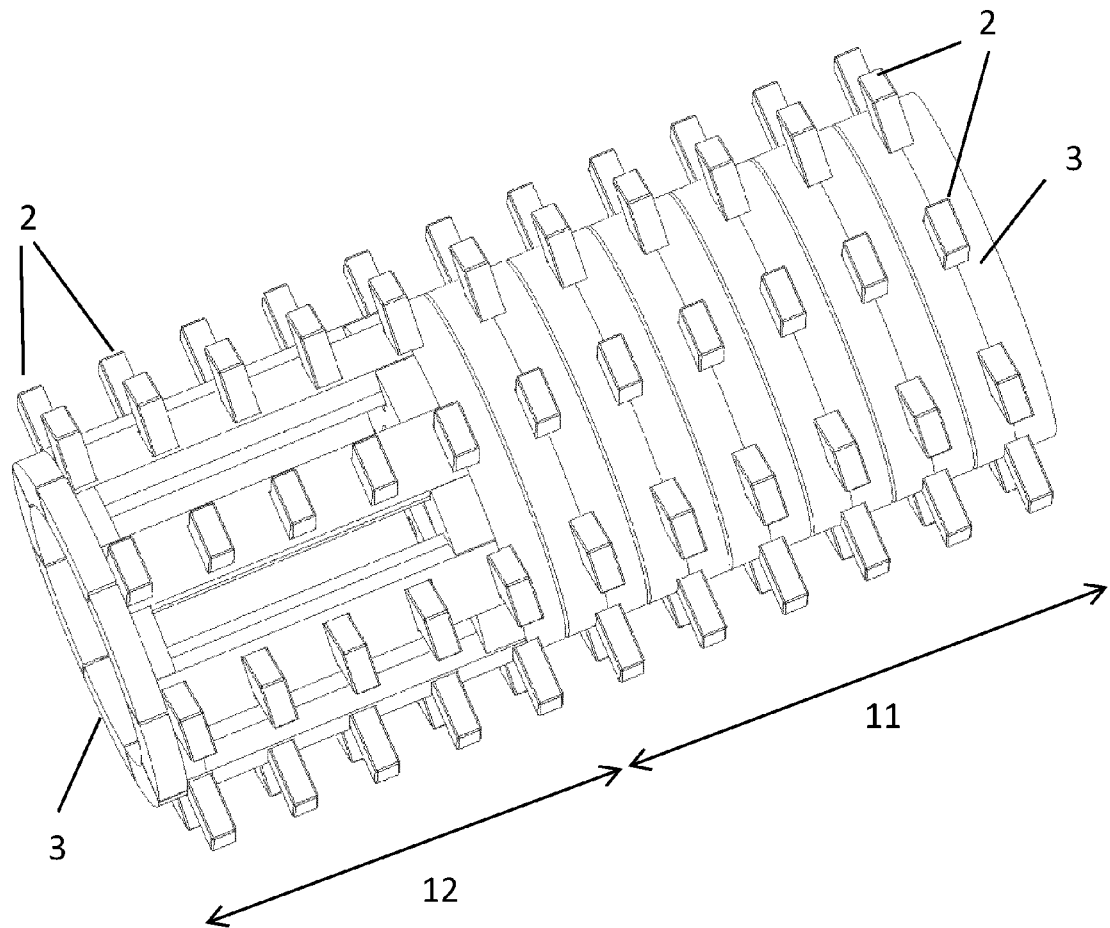


Fig. 3

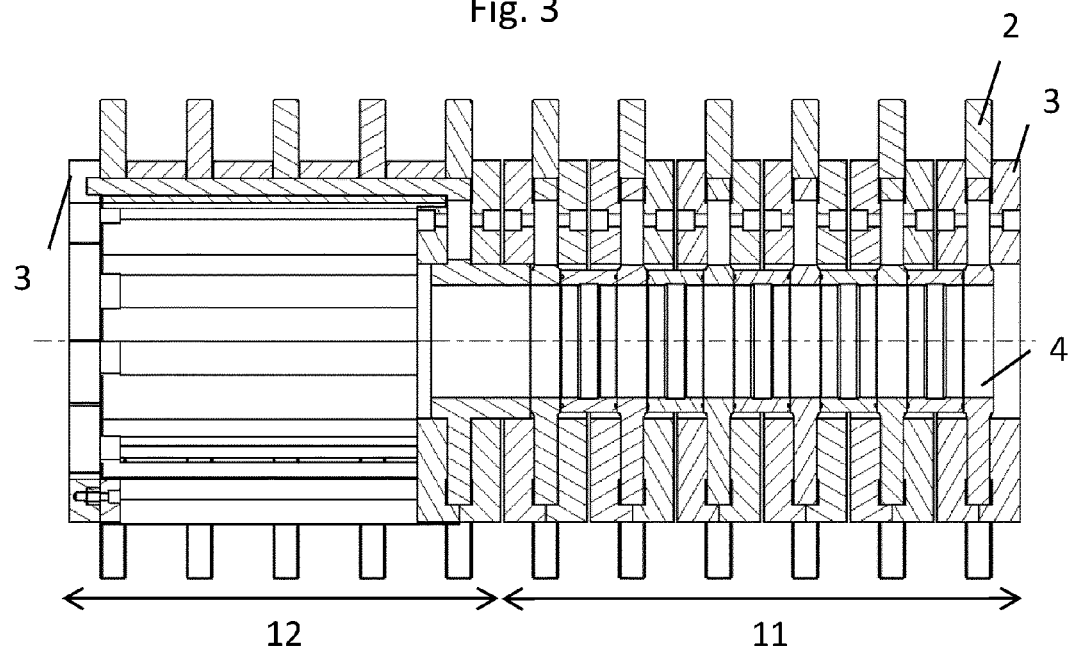


Fig. 4

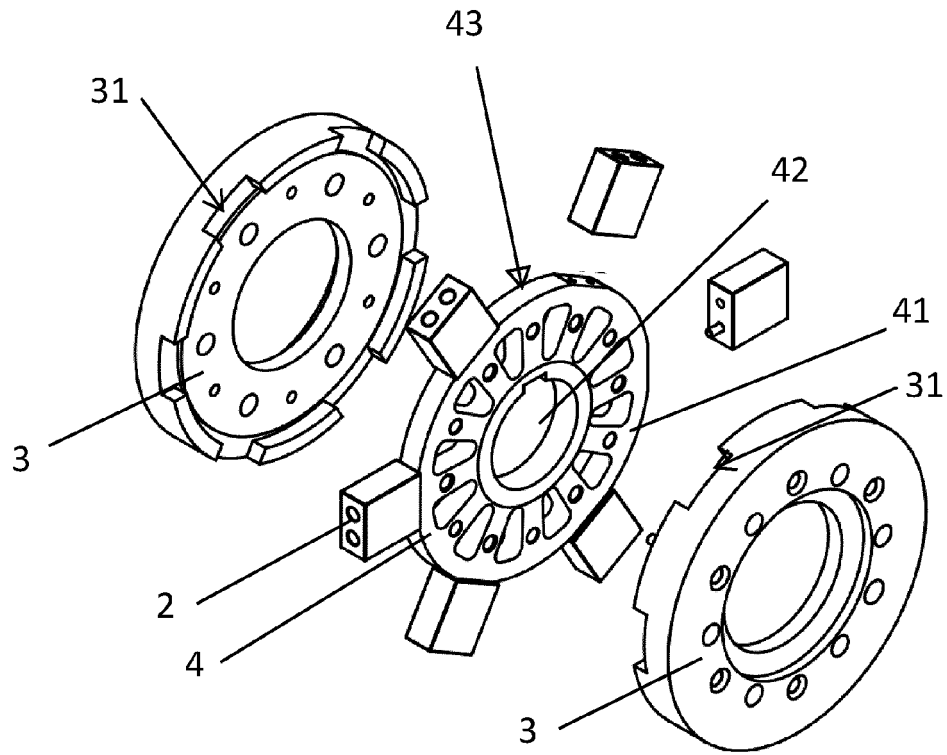


Fig. 5a

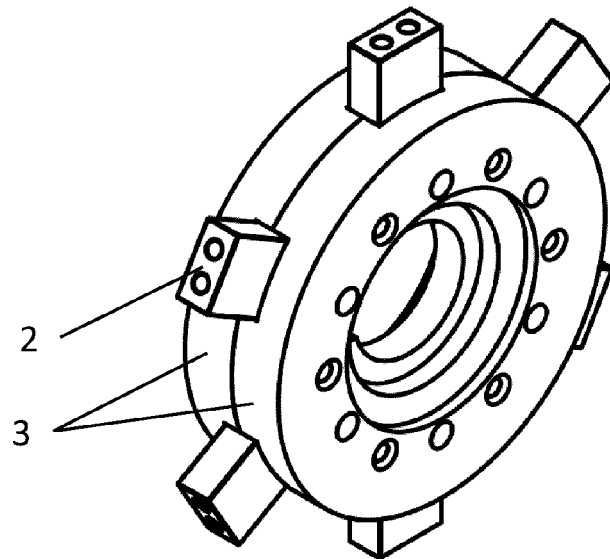


Fig. 5b

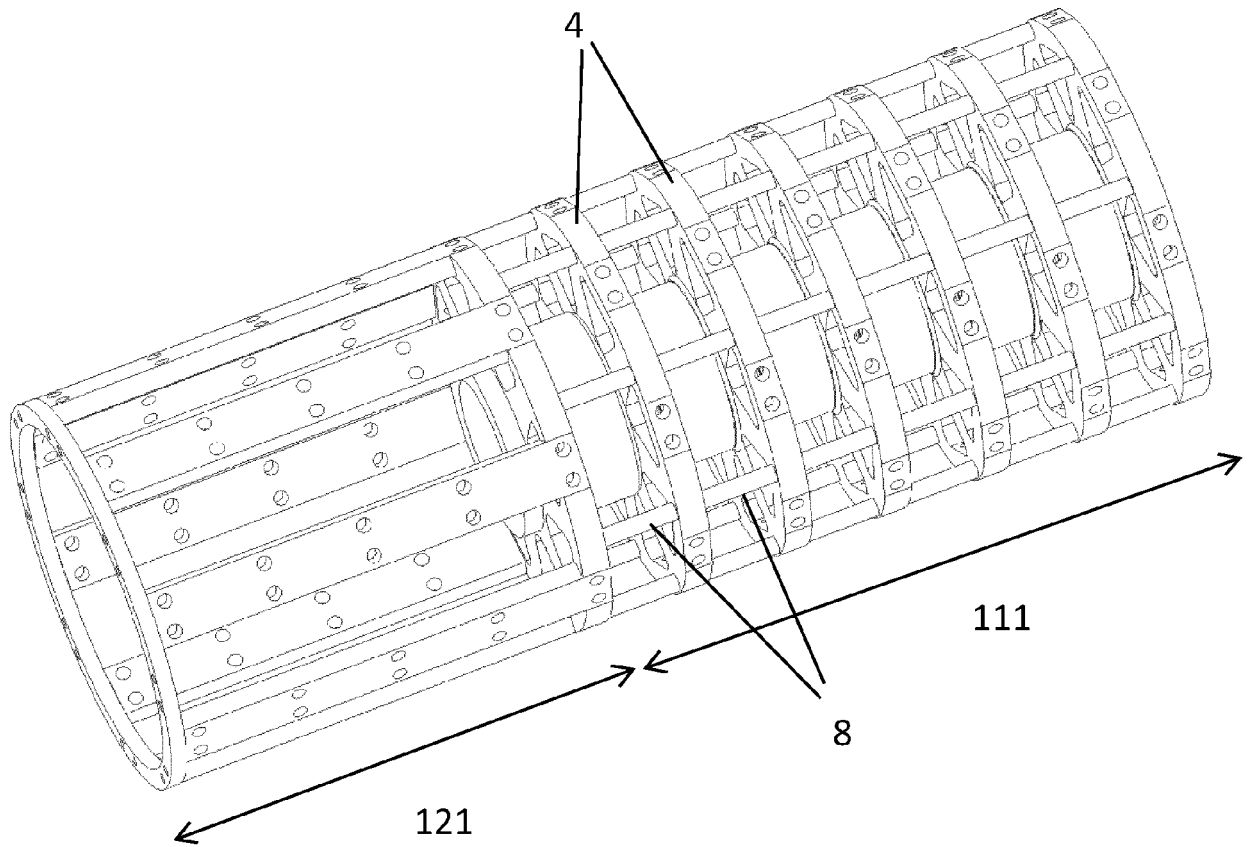


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 19 7761

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 20 2017 003318 U1 (HOSOKAWA ALPINE AG [DE]) 1. August 2017 (2017-08-01) * Absatz [0023] - Absatz [0025]; Abbildung 1 *	1-4, 10-12, 14	INV. B02C17/16
X, D	----- CN 205 304 429 U (CHANGZHOU LONGXIN MACHINERY CO LTD) 8. Juni 2016 (2016-06-08) * Zusammenfassung; Abbildung 9 *	14	
A, D	----- CN 210 279 354 U (GUANGDONG RUTIAN MACHINERY EQUIPMENT TECH CO LTD) 10. April 2020 (2020-04-10) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B02C
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 4. März 2022	Prüfer Swiderski, Piotr
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	

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

EP 21 19 7761

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

04-03-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 202017003318 U1	01-08-2017	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
15	CN 205304429 U	08-06-2016	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
	CN 210279354 U	10-04-2020	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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

- CN 205304429 U **[0004]**
- DE 10064828 B4 **[0004]**
- CN 210279354 U **[0004]**
- CN 204134699 U **[0004]**
- CN 210357393 U **[0004]**
- CN 204724256 U **[0004]**