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

(11) EP 0 930 093 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.07.1999 Patentblatt 1999/29

(51) Int Cl.[6]: **B01F 7/00**, B01F 7/16

(21) Anmeldenummer: **99810014.3**

(22) Anmeldetag: **12.01.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **14.01.1998 CH 6398**

(71) Anmelder: **Guedu S.A.**
21140 Semur-en-Auxois (FR)

(72) Erfinder: **Cathrein, Ernst**
4147 Aesch (FR)

(74) Vertreter: **Hug Interlizenz AG**
Nordstrasse 31
8035 Zürich (CH)

(54) Vorrichtung zum Rühren eines Rührgutes sowie Anwendung der Rührvorrichtung

(57) Vorrichtung (22) zum Rühren eines Rührgutes, umfassend einen Behälter (23) zur Aufnahme des Rührgutes und ein im Behälter (23) um eine senkrechte Achse (47) drehbar angeordnetes Rührwerkzeug (27, 28; 29), welches das Rührgut beim Rührvorgang an der Innenwand des Behälters (23) nach oben transportiert, dadurch gekennzeichnet, dass das Rührwerkzeug an der Innenwand des Behälters (23) entlanggeführte Schaufeln (28) umfasst, welche starr mit wenigstens einem um die Achse (47) drehbaren Schwenkarm (29) verbunden sind.

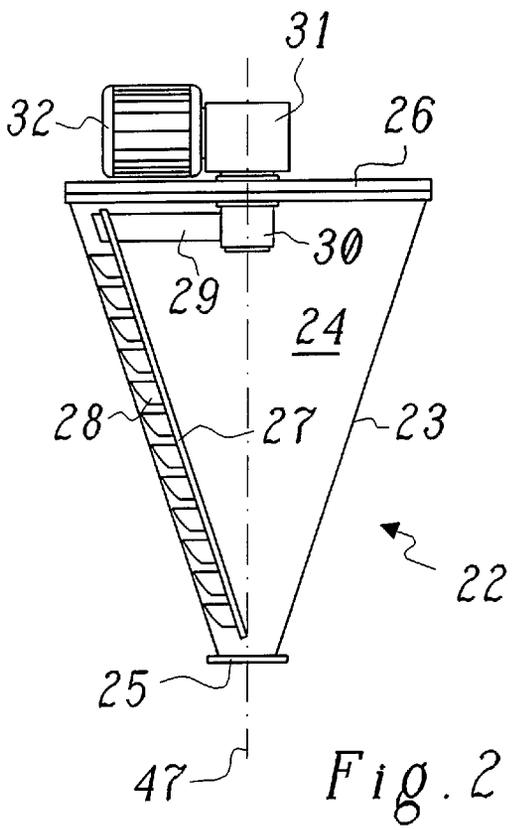

Fig. 2

EP 0 930 093 A2

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Verfahrenstechnik. Sie betrifft eine Vorrichtung zum Rühren eines Rührgutes, umfassend einen Behälter zur Aufnahme des Rührgutes und ein im Behälter um eine senkrechte Achse drehbar angeordnetes Rührwerkzeug, welches das Rührgut beim Rührvorgang an der Innenwand des Behälters nach oben transportiert. Eine solche Rührvorrichtung ist z.B. als Schneckenkonusmischer bzw. -trockner aus dem Stand der Technik bekannt und wird von der Firma Hosokawa Micron B.V., Doetinchem, Holland, unter der Markenbezeichnung Vrieco-Nauta auf dem Markt angeboten.

STAND DER TECHNIK

[0002] Ein bekannter Schneckenkonusmischer 10 der eingangs erwähnten Art ist in einer vereinfachten Seitenansicht (mit aufgeschnittenem Behälter) in Fig. 1 wiedergegeben. Das zu mischende bzw. rührende Gut (Pulver, Pasten, Flüssigkeiten etc.) wird durch eine nicht gezeigte Einfüllöffnung von oben in einen Behälter 11 eingefüllt, der sich konisch nach unten zu verjüngt und einen flanschartigen Mischerboden 13 aufweist, durch den das Mischgut bzw. Rührgut nach Beendigung des Mischvorganges entnommen werden kann. Das Mischen erfolgt durch eine dreidimensionale Mischbewegung mittels eines Mischwerkzeuges, das eine um eine Achse 46 rotierende Mischschnecke 15 umfasst, die ihrerseits an einem um die Behälterachse 45 rotierenden Schwenkarm 17 an der Innenwand des Behälters 11 entlanggeführt wird. Die Drehrichtung der Mischschnekke 15 ist dabei so gewählt, dass die Mischschnecke das Mischgut an der Behälterwand nach oben transportiert und so für eine konvektive Zufallsmischung sorgt. Gegenüber der nach oben fördernden Mischschnecke 15 sinkt das Mischgut aufgrund der Schwerkraft nach unten ab. Durch die konische Form des Behälters 11 ändert sich die Strömungsgeschwindigkeit des Mischgutes in Abhängigkeit vom Behälterdurchmesser. Das Mischgut ist so einer ständigen Formänderung ausgesetzt, die zur Bildung von Scherflächen innerhalb des Gutes führen. Der Schneckenkonusmischer 10 kann mit Vorteil eingesetzt werden zum

- Mischen und Homogenisieren von Trockenstoffen, Pasten und Slurries;
- Ein- und Aufdüsen von Flüssigkeiten in Trockenstoffe;
- Granulieren und Agglomerieren von Pulvern mit Hilfe eines Bindemittels;
- Reagieren unter Normal-, Ueberdruck oder Vakuum;
- Kristallisieren
- Inertisieren;
- Entlüften oder Belüften;
- Lagern und Austragen von schwerfliessenden Schüttgütern;
- Egalisieren von Farben oder Korngrössen;
- Kühlen; und
- Aufheizen.

[0003] Wird der Behälter eines solchen Schneckenkonusmischers 10 mit beheizbaren, z.B. von einem Heizmedium durchflossenen, Wänden versehen, ergibt sich ein Kontakttrockner. Das zu trocknende Gut wird von der Mischschnecke an der beheizten Behälterwand entlanggeführt, wo es sich durch Kontakt mit der Wand aufheizt und Feuchtigkeit abgibt.

[0004] Der in Fig. 1 dargestellte bekannte Schnekkenkonusmischer 10 hat jedoch verschiedene Nachteile, die sich aus seinem konstruktiven Aufbau ergeben: Zum Antrieb des Schwenkarmes 17 ist durch den Dekkel 14 des Behälters 11 eine Welle 18 geführt, die über eine oberhalb des Deckels 14 angeordnete Getriebeeinheit 19 von einem Antriebsmotor 20 angetrieben wird. Die Welle 18 ist als Hohlwelle ausgeführt. Desgleichen ist der Schwenkarm 17 hohl. Im Inneren der Welle 18 und des Schwenkarmes 17 ist der Antriebsstrang für die Mischschnecke 15 untergebracht, für deren Antrieb ein separater Antriebsmotor 21 an der Getriebeeinheit 19 angeflanscht ist. Die notwendige Umlenkung im Antriebsstrang von der Welle 18 zum Schwenkarm 17 und vom Schwenkarm 17 zur Mischschnecke 15 (im Umlenkgetriebe 16) erfolgt üblicherweise über Zahnräder, die eine Schmierung mit Oel oder Fett benötigen. Da das Mischgut in den meisten Fällen (z.B. im pharmazeutischen oder Lebensmittelbereich unter keinen Umständen mit dem Schmiermittel kontaminiert werden darf, sind an die Abdichtung des innenliegenden Antriebsstranges für die Mischschnecke 15 höchste Anforderungen zu stellen. Dies führt zu hohen Aufwendungen in der Konstruktion und Fertigung des Mischers. Dennoch bleibt ein nicht zu vernachlässigendes Restrisiko, das nicht in allen Anwendungen toleriert werden kann.

[0005] Als Alternative zur geschmierten Zahnradübertragung ist bereits die Verwendung eines ungeschmierten Zahnriemens für den Antriebsstrang der Mischschnecke 15 vorgeschlagen worden. Hierdurch lässt sich zwar das Problem der Kontaminierung begrenzen. Jedoch wird bei dieser Lösung die Kraftübertragung beeinträchtigt, weil der Zahnriemen keine direkte Kraftkopplung ermöglicht und zum Ausgleich des Winkels, den die Drehachse 46 der Mischschnecke 15 mit der Drehachse 45 der Welle 18 bildet, zusätzlich ein Kreuzgelenk vorgesehen werden muss.

[0006] Ein weiterer Nachteil des bekannten Schnekkenkonusmischers 10 ist darin zu sehen, dass überhaupt eine durch einen separaten Antriebsstrang angetriebene Mischschnecke 15 zum Heraufördern des Mischgutes verwendet wird. Der innen verlegte, zusätzliche Antriebsstrang für die Mischschnecke 15 erfordert nicht nur einen zusätzlichen Antriebsmotor 21, sondern

insgesamt eine aufwendige und anfällige Mechanik in der Getriebeeinheit 19, in der Welle 18, im Schwenkarm 17 und im Umlenkgetriebe 16, die hohe Herstellungskosten verursacht und einen hohen Wartungs- und Reparaturaufwand bedingt.

[0007] Ein anderer Nachteil ist darin zu sehen, dass die Mischschnecke 15 freitragend am Schwenkarm 17 befestigt ist. Bei Mischern mit grossem Inhalt oder relativ festem Mischgut wirken hohe Biegekräfte auf die Mischschnecke 15 ein, die zu Belastungen des relativ empfindlichen Antriebsstranges führen und entweder den Betrieb des Mischers beeinträchtigen oder im Extremfall zu kostspieligen Schäden führen können. Es ist zwar bereits vorgeschlagen worden, in solchen Anwendungsfällen die Mischschnecke 15 mit ihrem unteren Ende am Mischerboden 13 abstützend zu lagern, jedoch behindert eine solche Lagerung nicht nur den Auslass des Mischgutes, sondern muss auch gegen die Einflüsse durch das Mischgut sorgfältig geschützt werden.

[0008] Ein weiterer Nachteil ergibt sich direkt aus der rotierenden Mischschnecke 15: Die Mischschnecke 15 erstreckt sich geradlinig und mit konstantem Schneckendurchmesser entlang ihrer Drehachse 46. Da die Schnecke möglichst nahe an der Innenwand des Behälters 11 entlanggeführt werden muss, ergibt sich daraus zwangsweise eine Form des Behälters mit einer geradlinigen Wandkontur, insbesondere in Form eines Konus. Andere Behälterformen, die z.B. bei gleicher Grundfläche und Höhe mehr Volumen umschliessen als der reine Konus, können praktisch nicht verwendet werden, was die Flexibilität des Mischprinzips erheblich einschränkt.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0009] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Rührvorrichtung zu schaffen, welche bei gleichzeitig guten Misch- bzw. Rührergebnissen wesentlich einfacher aufgebaut und zu warten ist, Kontaminierungen des Misch- bzw. Rührgutes sicher vermeidet, sich durch eine geringe Störanfälligkeit auszeichnet, und sich flexibel an die unterschiedlichsten Anwendungsfälle anpassen lässt.

[0010] Die Aufgabe wird bei einer Rührvorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass das Rührwerkzeug an der Innenwand des Behälters entlanggeführte Schaufeln umfasst, welche starr mit wenigstens einem um die Achse drehbaren Schwenkarm verbunden sind. Der Kern der Erfindung besteht also darin, die Drehbewegung des Rührwerkzeuges um die Behälterachse nicht nur dazu auszunutzen, den Rührvorgang über den gesamten Behälter zu erstrecken, sondern auch gleichzeitig mittels der Schaufeln das Rührgut an der Innenwand des Behälters nach oben zu befördern. Dadurch entfällt ein separater Antriebsstrang für eine eigenständige Fördervorrichtung, wie sie im Stand der Technik durch die Mischschnecke repräsentiert wird. Der Antrieb der Rührvorrichtung wird dadurch wesentlich vereinfacht und weniger störanfällig. Die einzige verbleibende Abdichtung, nämlich die Abdichtung der nach aussen führenden Welle, an welcher der Schwenkarm befestigt ist, ist einfach und unproblematisch. Die Schaufeln können flexibel in der unterschiedlichsten Weise und angepasst an unterschiedliche Behälterformen innerhalb des Behälters angeordnet werden.

[0011] Eine erste bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Rührvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Rührwerkzeug wenigstens ein parallel zur Innenwand des Behälters verlaufendes und mit dem wenigstens einen Schwenkarm starr verbundenes Schwert umfasst, an welchem die Schaufeln seitlich und in Längsrichtung des Schwertes übereinander angeordnet sind, dass das wenigstens eine Schwert von der Innenwand des Behälters beabstandet ist, und dass die Schaufeln zwischen dem Schwert und der Innenwand des Behälters angeordnet sind. Die Ausbildung des Rührwerkzeuges als mit den Schaufeln bestücktes Schwert ist besonders einfach und stabil aufgebaut und kann durch Aenderung der Schwertform flexibel an verschiedene Behältergeometrien angepasst werden. Ist das Schwert parallel zur Drehrichtung orientiert, setzt es der Drehbewegung im Mischgut vergleichsweise wenig Widerstand entgegen. Anzahl und Abstand der übereinander liegenden Schaufeln werden dabei vorzugsweise so gewählt, dass sich die gewünschte Aufwärtsbewegung des Mischgutes an der Behälterinnenwand ergibt.

[0012] Das Schwert kann beispielsweise aus einem Flachprofil aus beschichtetem (z.B. emailliertem) Stahl oder rostfreiem Edelstahl bestehen, an welches die Schaufeln, welche ebenfalls aus Stahl- bzw. Edelstahl-Blechen hergestellt sind, angeschweisst oder angeschraubt oder anderweitig befestigt sind. Es ist aber ebensogut auch denkbar, das Schwert mitsamt den seitlich angeformten Schaufeln einstückig auszubilden und als Schmiede- oder Gussstück herzustellen. Soll das Mischgut nicht nur an der Behälterwand aufwärtstransportiert werden, sondern auch nach innen hin eine zusätzlich Mischbewegung erzeugt werden, kann es vorteilhaft sein, wenn gemäss einer Weiterbildung der Ausführungsform auf der von der Innenwand des Behälters abgewandten Seite des Schwertes zusätzlich Innenschaufeln angeordnet sind. Die Innenschaufeln sorgen zugleich dafür, dass das Schwert durch das auf die Schaufeln wirkende Rührgut nicht einseitig auf Biegung belastet wird.

[0013] Eine zweite bevorzugte Ausführungsform der Rührvorrichtung nach der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass mehrere mit Schaufeln besetzte Schwerter um die Achse herum gleichmässig verteilt angeordnet und mit zugehörigen Schwenkarmen starr verbunden sind, und dass die Schwerter an ihren von den Schwenkarmen abgewandten Enden untereinander verbunden sind und einen starren Käfig bilden. Durch den Einsatz von zwei, drei, vier oder mehr Schwertern wird nicht nur die Rühr- bzw. Mischleistung

erhöht, sondern der aus den Schwertern gebildete Käfig (bzw. Rahmen im Falle von zwei Schwertern) ist erheblich unempfindlicher gegen die vom Mischgut ausgeübten Biegekräfte.

[0014] Gemäss einer weiteren, besonders einfachen Ausführungsform sind die Schaufeln als schräg zur Achse gestellte Bleche ausgebildet. Der Anstellwinkel der Blechschaufeln ist dabei so gewählt, dass das Mischgut in Abhängigkeit von der Drehgeschwindigkeit des Schwertes bzw. der Schwerter in die notwendige Aufwärtsbewegung versetzt wird, ohne das Rührwerkzeug übermässig zu hemmen.

[0015] Da die an der Innenwand des Behälters entlanggeführten Schaufeln anders als die Mischschnecke des bekannten Schneckenkonusmischers über eine längere Strecke an der Innenwand des Behälters anliegen, ist es vorteilhaft, wenn gemäss einer weiteren Ausführungsform diese Schaufeln an ihrem der Innenwand zugewandten Rand eine Randkontur aufweisen, die der Kontur der Innenwand angepasst ist. Dadurch lässt sich über die gesamte Schaufellänge der Abstand zwischen Schaufelrand und Innenwand minimieren, so dass, insbesondere wenn die Rührvorrichtung als Trockner mit beheizten Behälterwänden eingesetzt wird, der Kontakt des Rühr- bzw. Mischgutes mit der Behälterwand besonders lang und intensiv ist.

[0016] Neben einer speziellen Ausbildung und Anordnung der Schaufeln kann auch das die Schaufeln tragende Schwert speziell ausgebildet und angeordnet werden, um den Misch- bzw. Rührvorgang in einer bestimmten Weise zu beeinflussen. Wird gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel ein Schwert verwendet, welches koaxial zur Achse gekrümmt ist, lässt sich dadurch der effektive Querschnitt des Schwertes in Drehrichtung und damit der Widerstand weiter verringern. Der Widerstand, den das Mischgut der Drehung des Rührwerkzeuges entgegensetzt, lässt sich auch verringern, wenn gemäss einer anderen Ausführungsform die in Drehrichtung liegende Kante des Schwertes als Schneide ausgebildet ist.

[0017] Wenn gemäss einer weiteren Ausführungsform der Rührvorrichtung nach der Erfindung das Schwert relativ zur Drehrichtung schräggestellt ist, ergeben sich je nach Art der Schrägstellung unterschiedliche Effekte: Ist die Schrägstellung so gewählt, dass das Rührgut durch das rotierende Schwert nach aussen transportiert wird, ergibt sich durch die zwischen Schwert und Behälterwand resultierende Querschnittsverengung ein Düseneffekt, der insbesondere beim Rühren von Flüssigkeiten in einem Trockner oder Rührkessel von Vorteil ist; die Flüssigkeit wird in der Düse beschleunigt, wodurch die Grenzschicht verringert und der Wärmeübergang zwischen Flüssigkeit und (beheizter oder gekühlter) Behälterwand erhöht wird. Hinter dem Rührwerkzeug reisst die Strömung ab, und der Wärmeübergang wird noch einmal erhöht.

[0018] Ist dagegen die Schrägstellung so gewählt, dass das Rührgut durch das rotierende Schwert nach innen transportiert wird, ergibt sich zwischen Schwert und Behälterwand eine Querschnittserweiterung. Hierdurch kann insbesondere beim Rühren von Pulvern die Gefahr des Verklemmens des Pulvers sehr stark verringert werden.

[0019] Durch die erfindungsgemässe Ausbildung des Rührwerkzeuges lässt sich der Behälter in seiner Form flexibel gestalten. Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Rührvorrichtung ist daher dadurch gekennzeichnet, dass der Behälter in einen obenliegenden zylindrischen Behälterteil und einen daran nach unten anschliessenden konischen Behälterteil unterteilt ist, und dass das Rührwerkzeug bzw. das wenigstens eine Schwert in zwei Teilabschnitte unterteilt ist, welche den Innenwänden des jeweiligen Behälterteils angepasst sind. Hierdurch wird bei gleicher Grundfläche und Höhe ein gegenüber der reinen Konusform deutlich erhöhter Behälterinhalt erreicht, ohne dass die Vorteile eines konischen Auslasses aufgegeben werden müssen.

[0020] In einer ersten erfindungsgemässen Anwendung wird die Rührvorrichtung als Mischer eingesetzt. In einer zweiten erfindungsgemässen Anwendung wird die Rührvorrichtung als Kontakttrockner eingesetzt. In einer dritten erfindungsgemässen Anwendung wird die Rührvorrichtung als Rührkessel eingesetzt.

[0021] Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

[0022] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1	einen Schneckenkonusmischer aus dem Stand der Technik in der Seitenansicht;
Fig. 2	ein zu Fig. 1 vergleichbares erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Rührvorrichtung nach der Erfindung mit einfach konischem Behälter und einem einzigen mit Schaufeln besetzten Schwert;
Fig. 3	ein zu Fig. 2 entsprechendes zweites Ausführungsbeispiel mit zwei zu einem Rahmen verbundenen Schwertern;
Fig. 4	ein Schwert mit Schaufeln gemäss Fig. 2 bzw. 3 in der Seitenansicht;
Fig. 5a-d	ausgehend von einer Rührvorrichtung mit einem Schwert gemäss Fig. 2 (Fig. 5(a)) die Anordnung der Schwerter in der Draufsicht von oben bei einem Schwert (Fig. 5(b)), bei zwei Schwertern (Fig. 5(c); und bei drei Schwertern (Fig. 5(d));

Fig. 6 ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Rührvorrichtung nach der Erfindung mit einer aus Zylinder-Oberteil und Konus-Unterteil zusammengesetzten Behälterform;

Fig. 7 ein anderes bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Rührvorrichtung nach der Erfindung mit einer zylindrischen Behälterform und ebenem Behälterboden;

Fig. 8 ein anderes bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Rührvorrichtung nach der Erfindung mit einer zylindrischen Behälterform und gewölbtem Behälterboden;

Fig. 9 eine speziell als Rührkessel ausgebildete Rührvorrichtung nach der Erfindung mit langer Welle, am unteren Ende der Welle befestigten Schwertern und zusätzlichen von oben in den Behälter hineinragenden Stromstörelementen; und

Fig. 10a-h verschiedene Ausgestaltungen des Schwertes einer erfindungsgemässen Rührvorrichtung (Fig. 10(b)-(h)) im Vergleich zur Mischschnecke des bekannten Schneckenkonusmischers (Fig. 10(a)).

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0023] In Fig. 2 ist ein zu Fig. 1 vergleichbares erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Rührvorrichtung nach der Erfindung in Seitenansicht mit aufgeschnittenem Behälter dargestellt. Die Rührvorrichtung 22 hat einen zu Fig. 1 vergleichbaren einfach konischen Behälter 23, der oben durch einen Deckel 26 und unten durch einen Behälterboden 25 begrenzt ist. Innerhalb des Behälters 23 (im Innenraum 24) rotiert eine Mehrzahl von übereinander angeordneten, schräggestellten Schaufeln 28 (Fig. 4), die an einem Schwert 27 befestigt sind und über das Schwert 27 mit einem um die Achse 47 drehbaren Schwenkarm 29 starr verbunden sind. Der Schwenkarm 29 ist über eine durch den Deckel 26 geführte Welle 30 und eine oberhalb des Deckels 26 angeordnete Getriebeeinheit 31 mit einem Antriebsmotor 32 verbunden und wird durch den Antriebsmotor angetrieben. Die am Schwert 27 sitzenden Schaufeln 28 werden dabei dicht an der Innenwand des Behälters 23 entlang im Kreis herumgeführt. Die Schrägstellung der Schaufeln 28 ist gemäss Fig. 4 so gewählt, dass bei einer Bewegung des Schwertes 27 in Drehrichtung (Pfeil in Fig. 4) das Rührgut von den Schaufeln 28 an der Behälterinnenwand sukzessive nach oben transportiert wird und im zentralen Teil des Behälters 23 wieder nach unten sinkt. Das Schwert 27 mit den Schaufeln 28 ersetzt so von der Funktion her die Mischschnecke 15 aus Fig. 1. Der Schwenkarm 29 kann beispielsweise als Rohr ausgebildet sein. Als Schwert 27 wird vorzugsweise ein Flachprofil (z.B. aus rostfreiem Edelstahl) verwendet, dessen Dicke gross genug ist, um den mechanischen Belastungen beim Rührvorgang gewachsen zu sein, aber klein genug ist, um nicht unnötig Widerstand bei der Bewegung durch das Rührgut hervorzurufen.

[0024] Die Verwendung nur eines Schwertes 27 gemäss Fig. 2 ergibt bei Drehen eine Unwucht, die sich ungünstig auf die Lager auswirkt. Darüber hinaus ist das freie Ende des Schwertes empfindlich gegen Biegebelastungen durch das Rührgut, so dass der Spalt zwischen Schaufeln 28 und der Behälterinnenwand hinreichend gross gewählt werden muss, um ein Schleifen der Schaufeln an der Wand zu vermeiden. Ein grosse Spaltbreite verschlechtert jedoch den Kontakt des Rührgutes mit der Behälterwand, was vor allem bei Kontakttrocknern nachteilig ist. Es ist daher vorteilhaft, gemäss Fig. 3 wenigstens zwei mit Schaufeln 28 ausgestattete Schwerter 27a und 27b zu verwenden, die über zugeordnete Schwenkarme 29a und 29b an der gemeinsamen Welle 30 befestigt sind. Die beiden Schwerter 27a, b sind einander gegenüberliegend angeordnet (Fig. 5 (c)) und vorzugsweise an ihren unteren Enden miteinander verbunden. Sie bilden so einen stabilen Rahmen, der gegen Biegebelastungen durch das Rührgut vergleichsweise unempfindlich ist und ein deutlich verminderte Unwucht aufweist. Die Spaltbreiten zwischen Schaufeln 28 und Behälterinnenwand können daher hier deutlich kleiner gewählt werden.

[0025] Eine weitere Stabilisierung und Verbesserung des Gleichlaufes lässt sich erreichen, wenn drei (oder mehr) Schwerter 27a,b,c an entsprechenden Schwenkarmen 29a,b,c sternförmig angeordnet werden (Fig. 5 (d)). Da sich mit jedem zusätzlichen Schwert auch die Anzahl der Schaufeln 28 und damit die Rührleistung erhöht, kann durch den Einsatz mehrerer Schwerter die Rührzeit (Mischzeit, Trockenzeit) verkürzt werden. Die Geometrie der Schwertanordnung für ein, zwei und drei Schwerter ist aus den Fig. 5(b)-(c) ersichtlich. Wird das Rührgut nicht durch den Deckel 26 von oben in den Behälter 23 eingefüllt, kann anstelle der Schwenkarme 29 bzw. 29a,b,c auch eine im Kreismittelpunkt mit der Welle 30 verbundene kreisrunde Scheibe verwendet werden, an welcher die Schwerter 27 bzw. 27a,b,c befestigt sind. Die Schaufeln 28 sind gemäss Fig. 4 vorzugsweise als einfache, ebene Blechteile ausgebildet, die am Schwert 27 angeschweisst oder angeschraubt sind. Die Schaufeln 28 können aber auch in sich gekrümmt oder um eine Achse verdreht ausgebildet sein, wie dies beispielsweise bei Turbinenschaufeln der Fall ist.

[0026] Die Schwerter 27 bzw. 27a,b,c können - anders als die Mischschnecke beim bekannten Schneckenkonusmischer - durch Biegen oder Abkanten oder durch abgewinkeltes Verbinden von geraden Teilstükken leicht an unterschiedliche Behälterformen angepasst werden. Bevorzugte Beispiele solcher vom einfachen Konus abweichenden Behälterformen sind in den Fig. 6, 7 und 8 wiedergegeben. Bei dem in Fig. 6 dar-

gestellten Ausführungsbeispiel ist der Behälter 23 der Rührvorrichtung 22 in einen obenliegenden zylindrischen Behälterteil 33 und einen daran nach unten anschliessenden konischen Behälterteil 34 unterteilt. Das Rührwerkzeug hat entsprechend ein Schwert 27, welches in zwei Teilabschnitte 35 und 36 unterteilt ist. Der Teilabschnitt 35 ist dabei an die Wand des zylindrischen Behälterteils 35 angepasst, d.h. er steht senkrecht. Der Teilabschnitt 36 ist an den konischen Behälterteil 34 angepasst, d.h., er verläuft schräg. Die in Fig. 6 gezeigte Behälterform hat den Vorteil, dass der Behälter 23 bei gleicher Grundfläche und Höhe gegenüber dem rein konischen Behälter aus Fig. 2 ein erhöhtes Fassungsvermögen aufweist. Geht man davon aus, dass die Behälterteile 33 und 34 jeweils die Hälfte der Gesamthöhe des Behälters 23 einnehmen, ergibt sich gegenüber dem rein konischen Behälter eine Vergrösserung des Fassungsvermögens um den Faktor 2.

[0027] Bei den in Fig. 7 und 8 dargestellten Ausführungsbeispielen hat der Behälter 23 der Rührvorrichtung 22 eine rein zylindrische Form. Unterschiedlich ist in beiden Fällen die Ausbildung des Behälterbodens: In Fig. 7 ist der Behälterboden 39 eben. In Fig. 8 ist der Behälterboden 42 gewölbt. In beiden Fällen ist das Schwert 27 in einen senkrecht stehenden Teilabschnitt 37 bzw. 40 und einen parallel zum Behälterboden 39 bzw. 42 verlaufenden Teilabschnitt 38 bzw. 41 unterteilt und mit entsprechend angepassten Schaufeln 28 bzw. 28a und 28b besetzt. Selbstverständlich sind im Rahmen der Erfindung auch andere Behälterformen als die Fig. 2, 6, 7 und 8 gezeigten möglich. Insbesondere ist es vorteilhaft, auch bei den Beispielen aus Fig. 6-8 mehrere mit Schaufeln besetzte Schwerter zu verwenden, um die Stabilität zu erhöhen und die Spaltbreiten zwischen Schaufeln und Behälterwand verringern zu können. An dieser Stelle sei angemerkt, dass der Antrieb des Rührwerkzeuges nicht nur von oben durch den Deckel erfolgen kann, wie dies in den hier erläuterten Ausführungsbeispielen der Fall ist, sondern ebensogut auch von unten durch den Behälterboden. Insbesondere bei den Behältern nach Fig. 7 oder 8 kann diese Antriebsalternative mit Vorteil eingesetzt werden.

[0028] Wie man in Fig. 7 leicht erkennen kann, fördern die Schaufeln 28 das Rührgut entlang der Behälterwand in vertikaler Richtung nach oben, während die Schaufeln 28a das Rührgut in horizontaler Richtung über den Behälterboden 39 von innen nach aussen transportieren, wo es dann als Nachschub für die unterste der Schaufeln 28 wirkt. Derartige horizontal arbeitende Zuführschaufeln können auch bei anderen, insbesondere konischen Behältergeometrien (z.B. gemäss Fig. 2 oder 3) das Nachströmen günstig beeinflussen und damit den Gesamtwirkungsgrad erhöhen.

[0029] Wird die Rührvorrichtung nach der Erfindung insbesondere als Rührer (Rührkessel) für Flüssigkeiten (Kristallisation, viskose Flüssigkeiten, Eintrocknen von Flüssigkeiten bis zum trockenen Zustand) oder fluide Pulver verwendet, ist das in Fig. 9 gezeigte Ausführungsbeispiel von Vorteil. Auch hier ist der Behälter 23 in einen zylindrische Behälterteil 33 und einen konische Behälterteil 34 unterteilt. Das Rührwerkzeug ist mit Schwertern 27a,b ausgestattet, die der Behälterform angepasst und jeweils in entsprechende Teilabschnitte unterteilt sind, die im Zusammenhang mit Fig. 6 bereits beschrieben worden sind. Die Schwerter 27a,b sind in diesem Fall mit ihrem unteren Ende an einer Welle 43 befestigt (angeschweisst), die von oben durch den Deckel 26 geführt ist und sich durch den Innenraum 24 des Behälters 23 bis fast zum Behälterboden 25 erstreckt. Durch den Wegfall der Schwenkarme wird es möglich, im oberen zylindrischen Behälterteil 33 innerhalb des von den Schwertern 27a,b beschriebenen Kreises einen streifenförmige, vom Deckel 26 nach unten in den Behälter 23 hineinragende Stromstörelemente 44 vorzusehen, die ein unerwünschtes Mitrotieren der Flüssigkeit bzw. des fluiden Pulvers mit dem Rührwerkzeug behindern oder ganz unterbinden.

[0030] Der gerade bei Anwendungen als Trockner wichtige Vorteil der erfindungsgemässen Lösung mit starren Schaufeln gegenüber der herkömmlichen rotierenden Mischschnecke wird aus einem Vergleich der Fig.10(a) und 10(b) in der Draufsicht von oben deutlich: Bei der Mischschnecke 15 gemäss Fig. 10(a) tangiert die um die Achse 46 rotierende Schnecke mit ihrem Rand nur in einem engen (nahezu punktförmigen) Bereich die Wand des Behälters 11 und transportiert auch nur dort das Rührgut im Kontakt mit der Wand nach oben. Bei der am Schwert 27 befestigten Schaufel 28 gemäss Fig. 10(b) kann die Randkontur dagegen über die gesamte Schaufelbreite der Kontur der Wand des Behälters 23 angepasst werden. Das von der Schaufel 28 geförderte Rühr- bzw. Mischgut hat daher deutlich länger Kontakt zur (beheizten) Behälterwand als das von der Mischschnecke geförderte Gut. Zusätzlich zu den zwischen Schwert 27 und Wand des Behälters 23 angeordneten Schaufeln 28 können gemäss Fig. 10(c) auch auf der Innenseite des Schwertes 27 Innenschaufeln 48 vorgesehen werden. Die Innenschaufeln 48 ergeben einen zusätzlichen Rühreffekt und kompensieren zumindest teilweise die von den Schaufeln 28 herrührenden und auf das Schwert 27 einseitig wirkenden Biegekräfte.

[0031] Nicht nur die Anzahl, Formgebung und Anordnung der Schaufeln bestimmen die Rühr- bzw. Misch- bzw. Trocknungscharakteristik der Rührvorrichtung. Auch die Ausbildung des Schwertes 27 selbst hat Einfluss auf das Betriebsverhalten. Ist das Schwert 27 als gerades Flachprofil ausgebildet, ergibt sich aufgrund der Breite des Schwertes und der rotierenden Bewegung ein effektiver Querschnitt, der grösser ist als der eigentliche Querschnitt (Dicke x Länge) des Schwertes 27. Der effektive Querschnitt lässt sich auf den eigentlichen Querschnitt reduzieren, wenn das Schwert 27 gemäss Fig. 10(d) koaxial zur Drehachse gekrümmt ist. Eine weitere Beeinflussung der Rührcharakteristik ergibt sich, wenn das Schwert relativ zur Drehrichtung

(Tangente am Drehkreis) schräggestellt ist. Ist die Schrägstellung gemäss Fig. 10(e) so gewählt, dass das Rührgut durch das rotierende Schwert 27 nach aussen transportiert wird, ergibt sich aufgrund der Querschnittsverengung zwischen Schwert 27 und Behälterwand der weiter oben erwähnte Düseneffekt, der gerade bei Anwendungen als Trockner zu einem verbesserten Wärmeübergang zwischen Rührgut und Behälterwand führt. Ist dagegen die Schrägstellung gemäss Fig. 10(f) so gewählt, dass das Rührgut durch das rotierende Schwert 27 nach innen transportiert wird, wird aufgrund der Querschnittserweiterung insbesondere beim Rühren von pulverförmigen Stoffen die Gefahr eines Verklemmens des Rührgutes verringert.

[0032] Es ist wichtig, dass das Schwert 27 einen auf die Fortbewegungsrichtung (Drehrichtung) bezogenen sehr kleinen Querschnitt aufweist. Es kann daher von Vorteil sein, wenn gemäss Fig. 10(g) die in Drehrichtung liegende Kante des Schwertes 27 als Schneide 49 ausgebildet ist. Damit wird erreicht, dass der Widerstand des (insbesondere pulverförmigen) Rührgutes nicht zu gross wird. Das Gleiche gilt für die Schaufeln 28, die ebenfalls einen möglichst geringen Querschnitt in Bewegungsrichtung haben sollten. Das Ziel dabei ist es, das Rührgut nach oben zu fördern und möglichst wenig vor sich her zu stossen. Durch den nicht ganz zu vermeidenden Widerstand ergibt sich gleichwohl immer auch eine Förderung des Rührgutes in Umlaufrichtung der Schwerter. Soll dieses Mitschleppen in Umlaufrichtung jedoch zur Erhöhung der Durchmischung verstärkt und nutzbar gemacht werden, ist es vorteilhaft, gemäss Fig. 10(h) an dem Schwert 27 ein Mitnahmeelement 50 z.B. in Form eines sich in Längsrichtung des Schwertes 27 erstreckenden, angeschweissten Blechstreifens vorzusehen. Andere Formen von Mitnahmeelementen sind selbstverständlich auch denkbar.

[0033] Grösse und Leistung der erfindungsgemässen können in einem weiten Bereich gewählt werden und sind vergleichbar mit Grösse und Leistung des bekannten Schneckenkonusmischers. Der bekannte Schnekkenkonusmischer bzw. -trockner gemäss Fig. 1 mit freitragender Mischschnecke wird eingesetzt mit Behältergrössen, die einen Durchmesser der Grundfläche von etwa 1,45 m bis etwa 2,60 m und eine Höhe von etwa 1,70 m bis etwa 3,55 m haben und je nach Behältergrösse einen Nutzinhalt von etwa 450 Liter bis 4000 Liter aufweisen. Wird die Mischschnecke am unteren Ende zusätzlich gelagert, werden Behälter eingesetzt, die einen Durchmesser der Grundfläche von etwa 2,10 m bis etwa 4,80 m und eine Höhe von etwa 2,80 m bis etwa 7,00 m haben und je nach Behältergrösse einen Nutzinhalt von etwa 1700 Liter bis 32000 Liter aufweisen. Vergleichbare Behältergrössen und Nutzinhalte sind auch bei der erfindungsgemässen Rührvorrichtung erreichbar und vorgesehen.

[0034] Geht man beim bekannten Schneckenkonusmischer von einem Durchmesser der Mischschnecke von 200 mm, einer Drehzahl der Mischschnecke von 90 U/min und einer Schneckensteigung von 15° aus, ergibt sich eine volumetrische Förderleistung von etwa 28,6 m^3/h. Um bei der erfindungsgemässen Rührvorrichtung eine vergleichbare Förderleistung von 28,8 m^3/h zu erzielen, kann ein Rührwerkzeug verwendet werden, bei dem drei Schwerter gem. Fig. 5(d) auf einem Drehkreis mit 1800 mm Durchmesser angeordnet sind, die mit einer Drehzahl von 30 U/min um die Behälterachse rotieren und mit Schaufeln bestückt sind, die eine Länge (≈Abstand Schwert-Behälterinnenwand) von 100 mm und einen Anstellwinkel von 15° aufweisen.

[0035] Je nach Anwendung und Bedarf kann der Anstellwinkel der Schaufeln (Förderwinkel) zwischen 1° und 45° betragen und auch über die Länge des jeweiligen Schwertes variieren. Die Drehzahl für die Schwerter kann zwischen 5 und 300 U/min betragen. Die Anzahl der Schwerter liegt vorzugsweise zwischen 1 und 20, die Anzahl der Schaufeln zwischen 3 und 100. Die Schaufellänge kann zwischen 5 und 500 mm betragen, die Schaufelbreite zwischen 2 und 500 mm.

[0036] Die erfindungsgemässe Rührvorrichtung lässt sich grundsätzlich bei allen Verfahren einsetzen, bei denen ein Rührgut gerührt werden muss. Insbesondere kann die Rührvorrichtung in gleicher Weise und in denselben Anwendungen als robuster und kostengünstiger Mischer eingesetzt werden, wie dies beim bekannten Schneckenkonusmischer der Fall ist. Dasselbe gilt für den Einsatz als Trockner, bei dem der Behälter in an sich bekannter Weise mit beheizbaren Wänden ausgestattet ist und zusätzlich noch Absaugvorrichtungen oder dgl. an den Behälter angeschlossen sein können. Die starr befestigten und um die Behälterachse rotierenden Schaufeln übernehmen dabei die Funktion der Mischschnecke. Gegen über der Mischschnecke haben sie den wesentlichen Vorteil einer stark vereinfachten und robusten Mechanik, bei welcher die Gefahr eine Kontaminierung des Rührgutes praktisch beseitigt ist.

BEZEICHNUNGSLISTE

[0037]

10	Schneckenkonusmischer
11	Behälter
12	Mischraum
13	Mischerboden
14	Deckel
15	Mischschnecke
16	Umlenkgetriebe
17	Schwenkarm
18	Welle (Schwenkarm)
19	Getriebeeinheit
20	Antriebsmotor (Schwenkwelle)
21	Antriebsmotor (Mischschnecke)
22	Rührvorrichtung
23	Behälter
24	Innenraum (Behälter)
25	Behälterboden

26	Deckel
27;27a,b,c	Schwert
28;28a,b	Schaufel
29;29a,b,c	Schwenkarm
30	Welle
31	Getriebeeinheit
32	Antriebsmotor
33	Behälterteil (zylindrisch)
34	Behälterteil (konisch)
35,36	Teilabschnitt (Schwert 27)
37,38	Teilabschnitt (Schwert 27)
39	Behälterboden (eben)
40,41	Teilabschnitt (Schwert 27)
42	Behälterboden (gewölbt)
43	Welle
44	Stromstörelement
45	Achse (Mischer)
46	Achse (Mischschnecke)
47	Achse (Rührvorrichtung 22)
48	Innenschaufel
49	Schneide
50	Mitnahmeelement

Patentansprüche

1. Vorrichtung (22) zum Rühren eines Rührgutes, umfassend einen Behälter (23) zur Aufnahme des Rührgutes und ein im Behälter (23) um eine senkrechte Achse (47) drehbar angeordnetes Rührwerkzeug (27; 27a,b,c; 28; 28a,b; 29; 29a,b,c; 48), welches das Rührgut beim Rührvorgang an der Innenwand des Behälters (23) nach oben transportiert, dadurch gekennzeichnet, dass das Rührwerkzeug an der Innenwand des Behälters (23) entlanggeführte Schaufeln (28; 28a,b; 48) umfasst, welche starr mit wenigstens einem um die Achse (47) drehbaren Schwenkarm (29; 29a,b,c) verbunden sind.

2. Rührvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Rührwerkzeug wenigstens ein parallel zur Innenwand des Behälters (23) verlaufendes und mit dem wenigstens einen Schwenkarm (29; 29a,b,c) starr verbundenes Schwert (27; 27a,b,c) umfasst, an welchem die Schaufeln (28; 28a,b; 48) seitlich und in Längsrichtung des Schwertes (27; 27a,b,c) übereinander angeordnet sind.

3. Rührvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Schwert (27; 27a,b,c) von der Innenwand des Behälters (23) beabstandet ist, und dass die Schaufeln (28; 28a, b) zwischen dem Schwert (27; 27a,b,c) und der Innenwand des Behälters (23) angeordnet sind.

4. Rührvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass auf der von der Innenwand des Behälters (23) abgewandten Seite des Schwertes (27) zusätzlich Innenschaufeln (48) angeordnet sind.

5. Rührvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere mit Schaufeln (28; 28a,b) besetzte Schwerter (27a,b,c) um die Achse (47) herum gleichmässig verteilt angeordnet und mit zugehörigen Schwenkarmen (29a,b,c) starr verbunden sind.

6. Rührvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwerter (27a,b,c) an ihren von den Schwenkarmen (29a,b,c) abgewandten Enden untereinander verbunden sind und einen starren Käfig bilden.

7. Rührvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufeln (28; 28a,b; 48) als schräg zur Achse (47) gestellte Bleche ausgebildet sind.

8. Rührvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die an der Innenwand des Behälters (23) entlanggeführten Schaufeln (28; 28a,b) an ihrem der Innenwand zugewandten Rand eine Randkontur aufweisen, die der Kontur der Innenwand angepasst ist.

9. Rührvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Schwert (27; 27a,b,c) als Flachprofil ausgebildet ist.

10. Rührvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Schwert (27; 27a,b,c) koaxial zur Achse (47) gekrümmt ist (Fig. 10(d)).

11. Rührvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Schwert (27; 27a,b,c) relativ zur Drehrichtung schräggestellt ist.

12. Rührvorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Schrägstellung so gewählt ist, dass das Rührgut durch das rotierende Schwert (27; 27a,b,c) nach aussen transportiert wird (Fig. 10 (e)).

13. Rührvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schrägstellung so gewählt ist, dass das Rührgut durch das rotierende Schwert (27; 27a,b,c) nach innen transportiert wird (Fig. 10 (f)).

14. Rührvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die in Drehrichtung liegende Kante des wenigstens einen Schwertes (27; 27a,b,

c) als Schneide (49) ausgebildet ist (Fig. 10(g)).

15. Rührvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass an der Innenseite des wenigstens einen Schwertes (27; 27a,b,c) ein zusätzliches Mitnahmeelement (50) zur Mitnahme von Rührgut während der Drehbewegung angeordnet ist.

16. Rührvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Behälter (23) einfach konisch ausgebildet ist und sich nach unten hin verjüngt.

17. Rührvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Behälter (23) in einen obenliegenden zylindrischen Behälterteil (33) und einen daran nach unten anschliessenden konischen Behälterteil (34) unterteilt ist, und dass das Rührwerkzeug bzw. das wenigstens eine Schwert (27; 27a,b,c) in zwei Teilabschnitte (35, 36) unterteilt ist, welche den Innenwänden des jeweiligen Behälterteils (33 bzw. 34) angepasst sind.

18. Rührvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Behälter (23) zylindrisch ausgebildet ist, und dass das Rührwerkzeug bzw. das wenigstens eine Schwert (27; 27a,b,c) in zwei Teilabschnitte (37, 38 bzw. 40, 41) unterteilt ist, von denen der eine an die Innnenwand des Behälters (23) und der andere an den Behälterboden (39 bzw. 42) angepasst ist.

19. Rührvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Wände des Behälters (23) und/der das Rührwerkzeug heizbar ausgebildet sind.

20. Rührvorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass im Inneren des vom Rührwerkzeug bzw. vom wenigstens einen Schwert (27; 27a, b,c) beschriebenen Kreises wenigstens ein Stromstörelement (44) angeordnet ist.

21. Anwendung der Rührvorrichtung (22) nach einem der Ansprüche 1 bis 18 als Mischer.

22. Anwendung der Rührvorrichtung (22) nach einem der Ansprüche 1 bis 19 als Kontakttrockner.

23. Anwendung der Rührvorrichtung (22) nach einem der Ansprüche 1 bis 20 als Rührkessel.

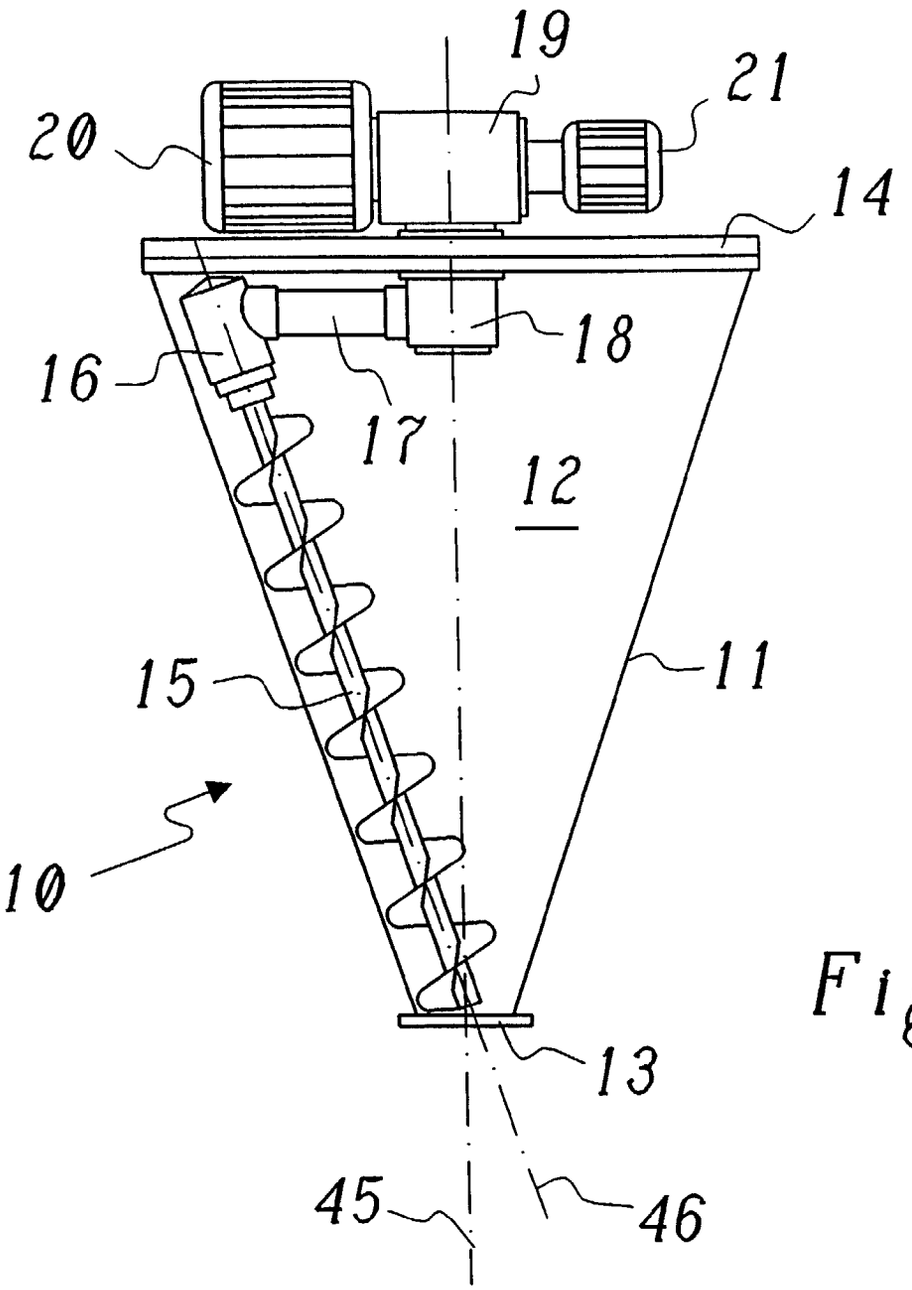

Fig. 1

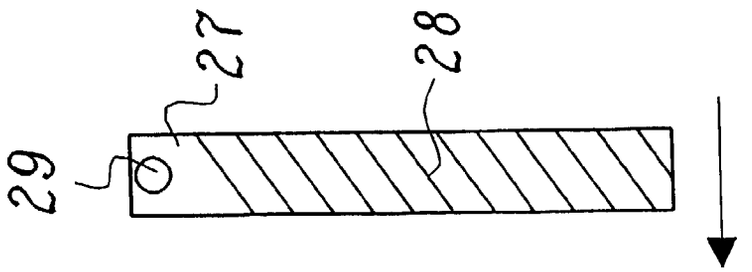

Fig. 4

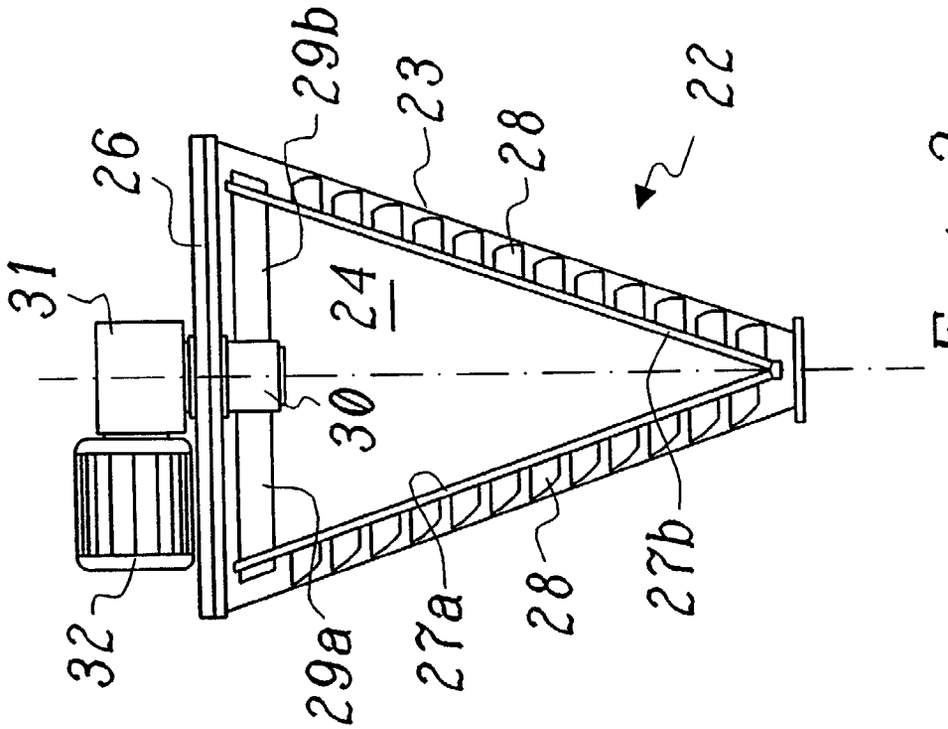

Fig. 3

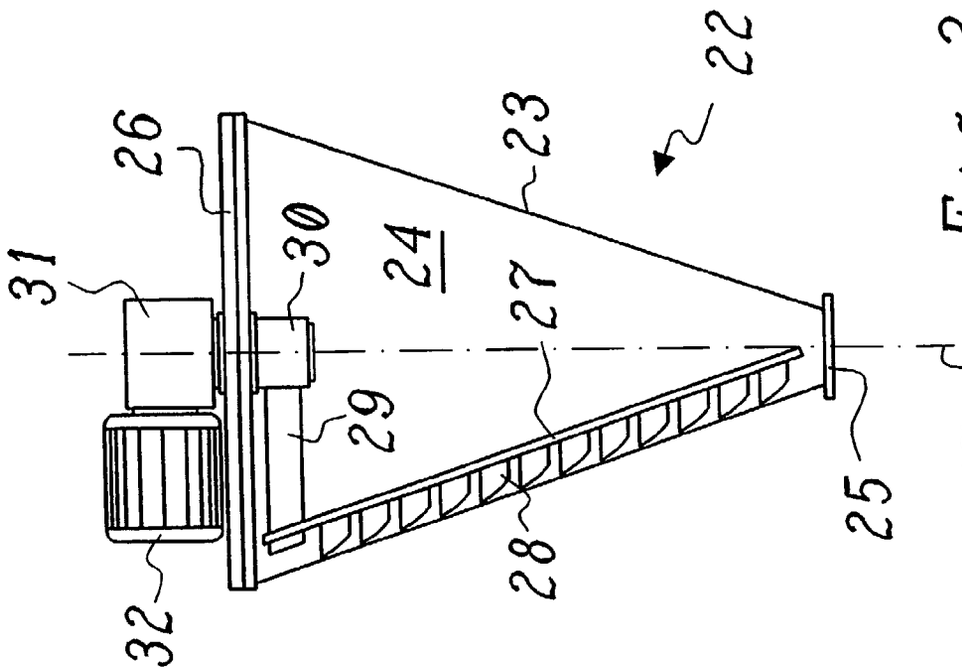

Fig. 2

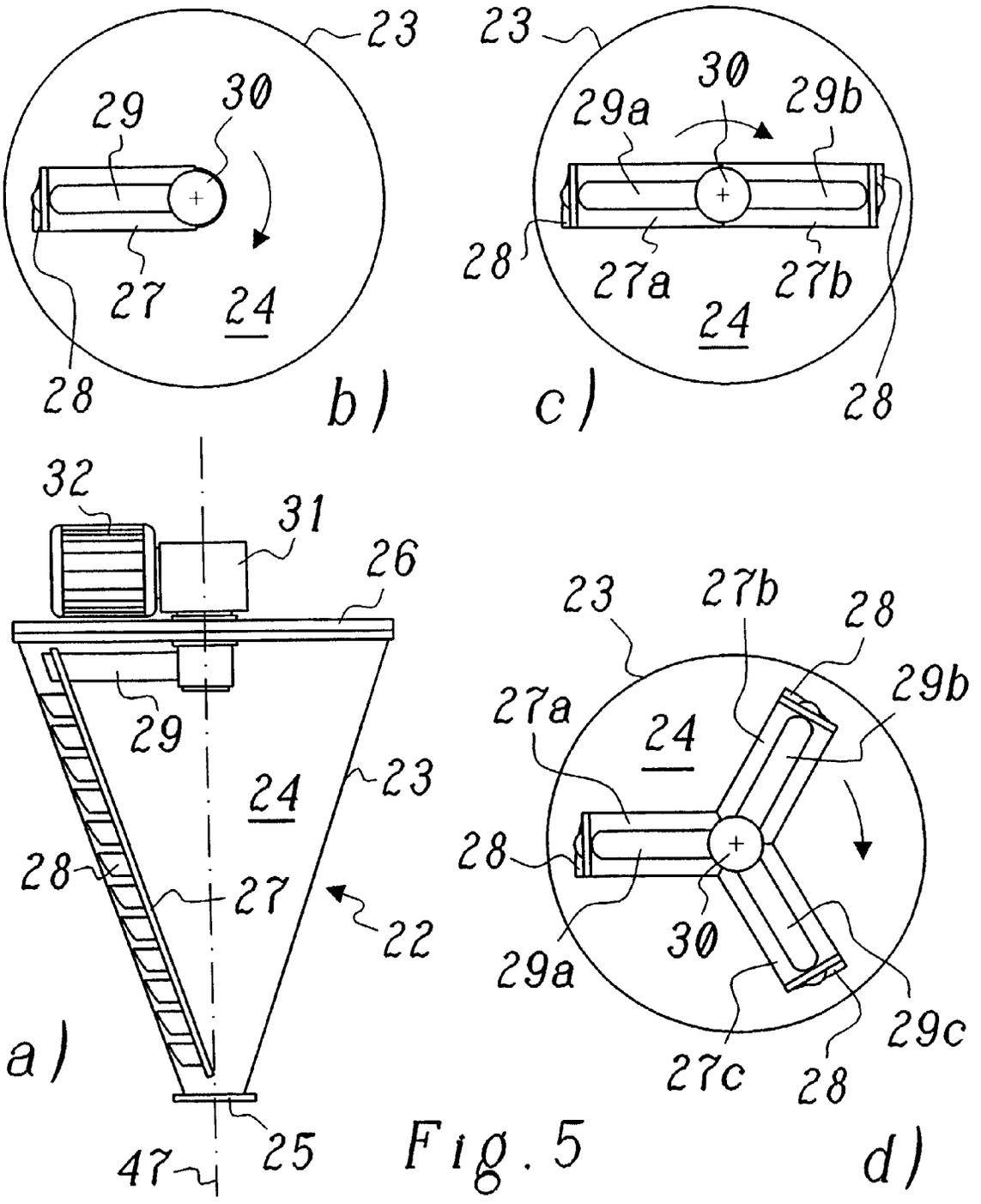
23
29
30
27
24
28
b)
23
30
29a
29b
28
27a
27b
24
28
c)
32
31
26
29
24
23
28
27
22
a)
47
25
23
27b
28
29b
27a
24
28
30
29a
29c
27c
28
d)

Fig. 5

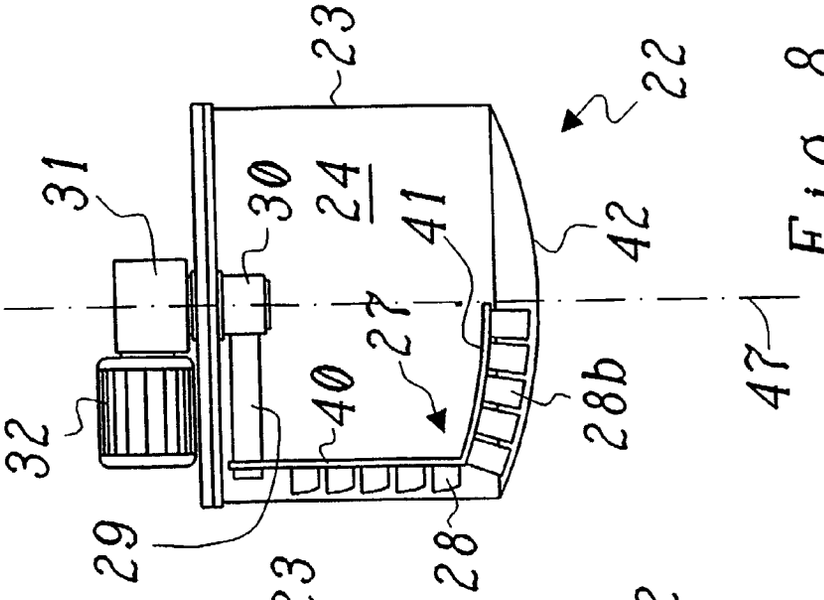

Fig. 8

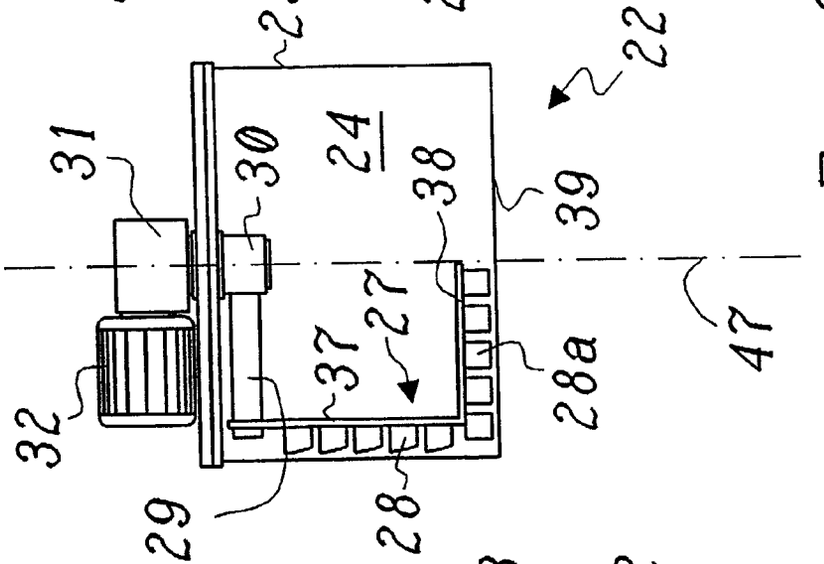

Fig. 7

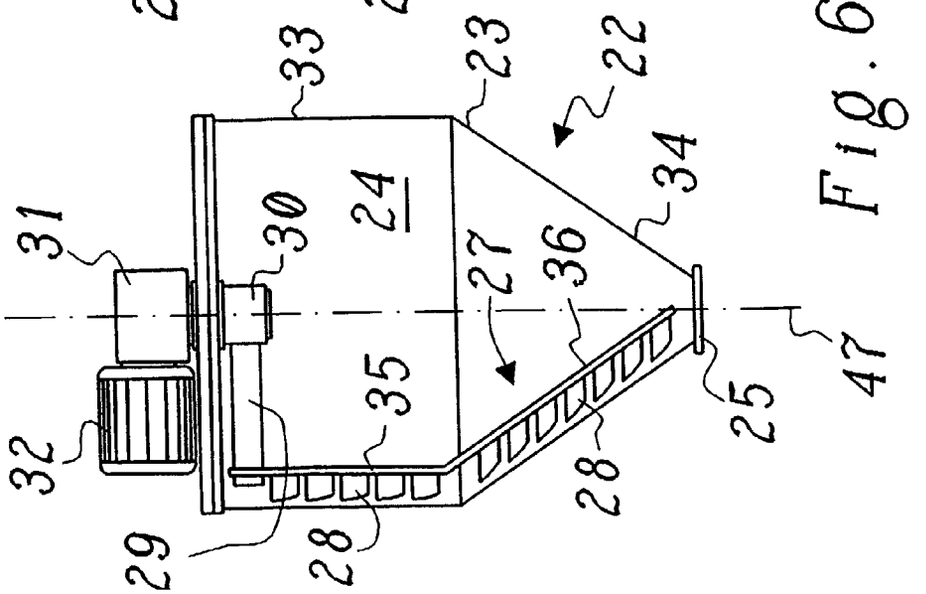

Fig. 6

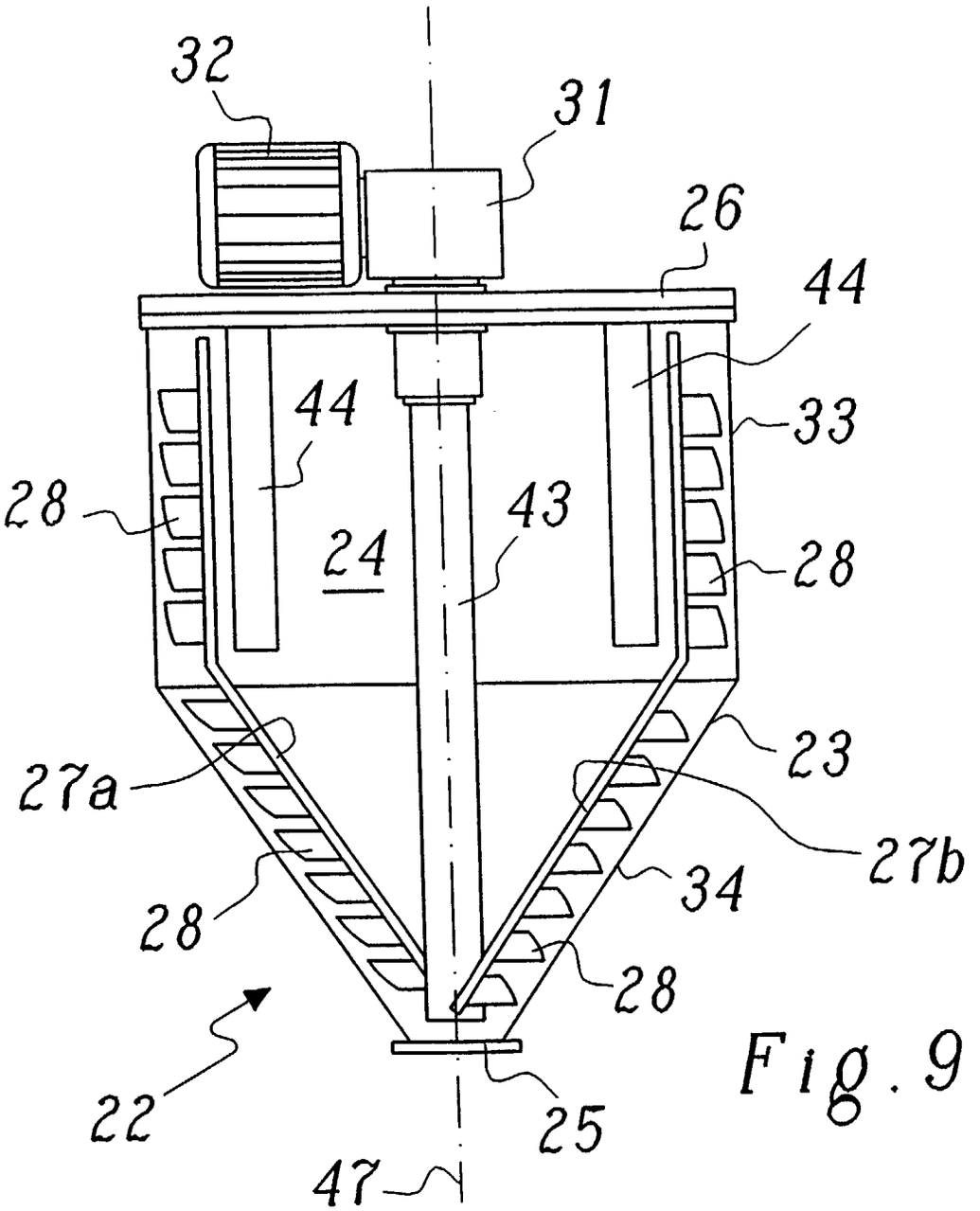

Fig. 9

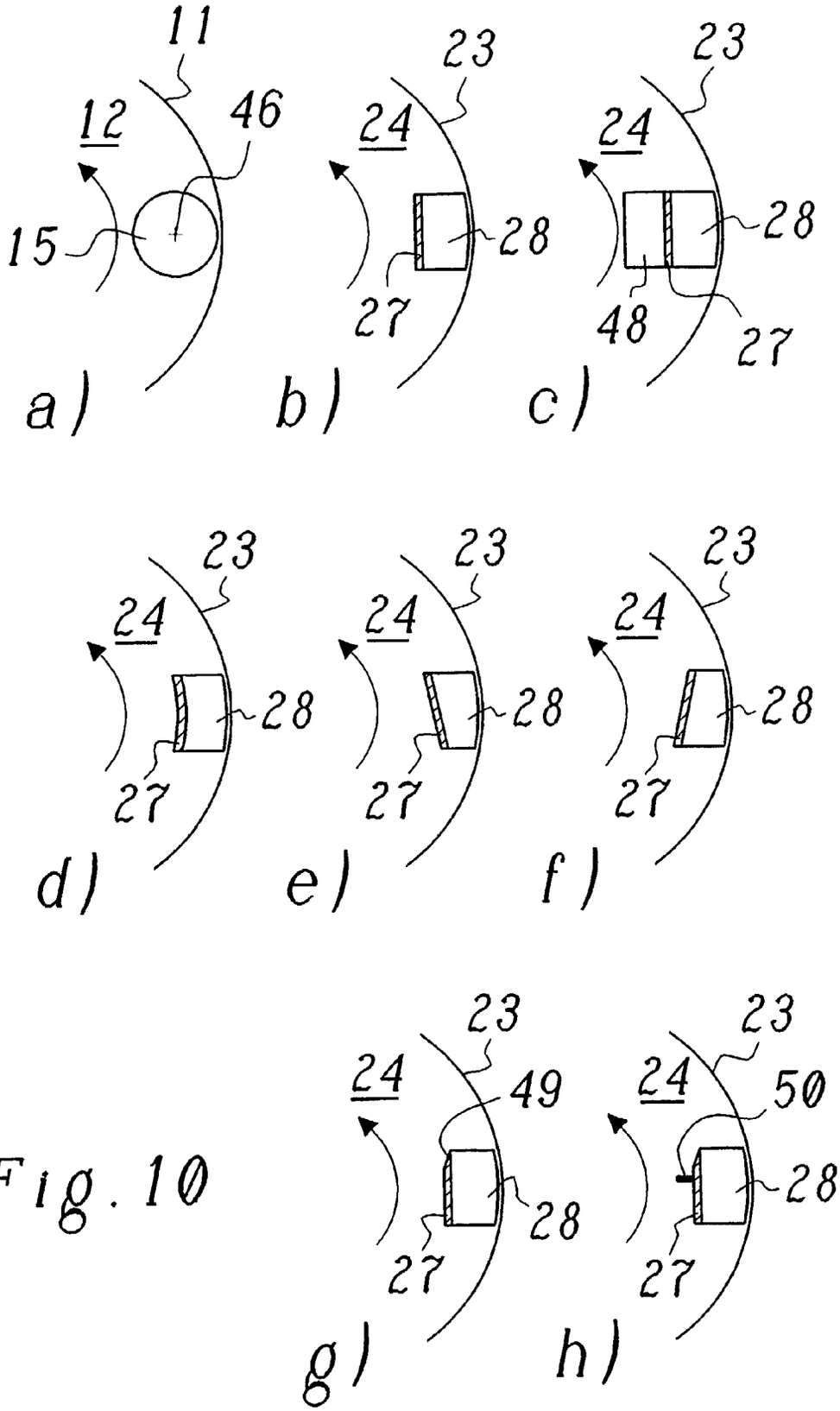
11
12
46
15
a)
23
24
28
27
b)
23
24
28
48
27
c)
23
24
28
27
d)
23
24
28
27
e)
23
24
28
27
f)
23
24
49
28
27
g)
23
24
50
28
27
h)

Fig. 10