



(10) **DE 11 2013 002 494 T5** 2015.01.29

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2013/172204**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2013 002 494.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2013/062712**
(86) PCT-Anmeldetag: **01.05.2013**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **21.11.2013**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **29.01.2015**

(51) Int Cl.: **C08F 2/01 (2006.01)**
C08F 10/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2012-110934 **14.05.2012** **JP**

(74) Vertreter:
**Vossius & Partner Patentanwälte Rechtsanwälte,
81675 München, DE**

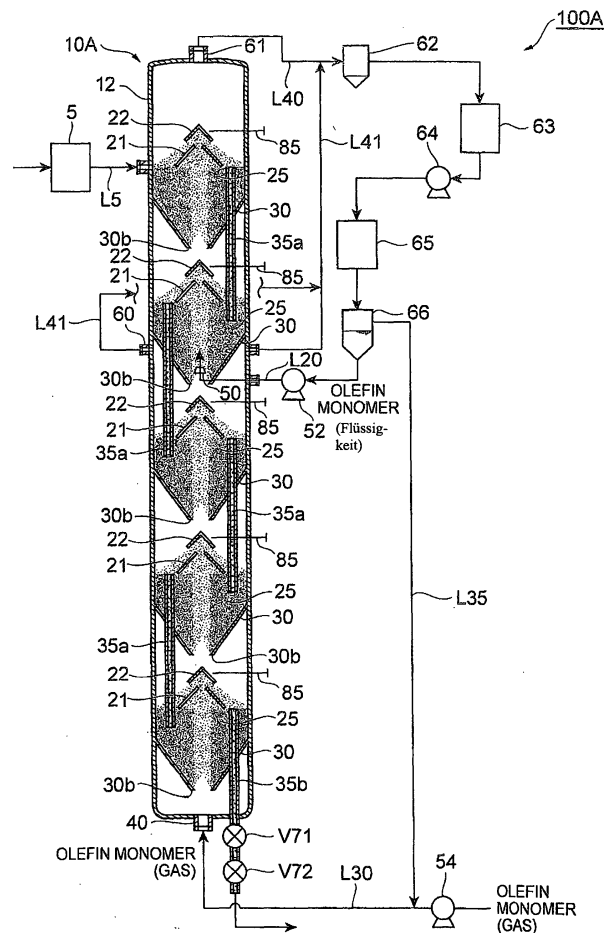
(71) Anmelder:
**SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED,
Tokyo, Chuo-ku, JP**

(72) Erfinder:
Sato, Hideki, Ichihara-shi, Chiba, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Olefin-Polymerisator, Polyolefinherstellungssystem und Verfahren zur Herstellung von Polyolefin**

(57) Zusammenfassung: Ein Olefinpolymerisationskatalysator, umfassend einen röhrenförmigen Bereich, der sich in einer vertikalen Richtung erstreckt; einen in dem röhrenförmigen Bereich angeordneten sich verjüngenden Bereich, wobei ein Innendurchmesser des sich verjüngenden Bereichs nach unten hin abnimmt und welcher eine vertikal penetrierende Öffnung an einem unteren Ende desselben umfasst; ein röhrenförmiges unteres Ablenkelement, das oberhalb der Öffnung des sich verjüngenden Bereichs angeordnet ist, wobei ein Außendurchmesser des röhrenförmigen unteren Ablenkelements nach unten hin zunimmt und ein unteres Ende desselben von einer Innenwand des röhrenförmigen Bereichs beabstandet ist, und welches eine vertikal penetrierende Öffnung an einem oberen Ende desselben umfasst; und ein oberes Ablenkelement, das oberhalb der Öffnung des unteren Ablenkelements angeordnet ist, wobei ein Außendurchmesser des oberen Ablenkelements nach unten hin zunimmt, ein oberes Ende desselben geschlossen ist, ein unteres Ende desselben von der Innenwand des röhrenförmigen Bereichs beabstandet ist und ein Außendurchmesser am unteren Ende gleich oder größer als ein Innendurchmesser der Öffnung des unteren Ablenkelements ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Olefinpolymerisationsreaktor und ein Polyolefinherstellungssystem, die intern eine Strahlschicht aus Polyolefinteilchen bilden, um Olefine zu polymerisieren, und ein Verfahren zur Herstellung von Polyolefinen, wie z. B. Polyethylen und Polypropylen, unter Verwendung derselben.

Stand der Technik

[0002] Ein Olefinpolymerisationsreaktor vom Strahlschicht-Typ, wie in Patentliteratur 1 beschrieben, ist bekannt. Bei diesem Polymerisationsreaktor wird ein Ablenkelement verwendet, um das Streuen von Polyolefinteilchen aus der Strahlschicht einzuschränken.

Liste von zitierten Dokumenten

Patentliteratur

Patentliteratur 1: Japanische Patentanmeldungs-Offenlegungsschrift Nr. 2009-161735

Zusammenfassung der Erfindung

Technisches Problem

[0003] Eine von den vorliegenden Erfindern durchgeführte Untersuchung ergab die Möglichkeit, dass Polyolefinteilchen je nach den Betriebsbedingungen, wenn der Betrieb über einen längeren Zeitraum hinweg erfolgt, an einer Außenoberfläche (obere Oberfläche) eines Ablenkelements anhaften könnten. Wenn Polyolefinteilchen an der Oberfläche des Ablenkelements anhaften und wachsen und der Klumpen aus gewachsenen Polyolefinteilchen von der Oberfläche des Ablenkelements abgetrennt wird und herunter fällt, kann der Strom der darunter befindlichen Strahlschicht instabil werden.

[0004] Die vorliegende Erfindung wurde gemacht, um das vorstehend beschriebene Problem zu lösen, und ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, einen Olefinpolymerisationsreaktor und dergleichen bereitzustellen, der in der Lage ist, ein Anhaften von Teilchen an der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des Ablenkelements zu verhindern.

Lösung des Problems

[0005] Ein Olefinpolymerisationsreaktor gemäß der vorliegenden Erfindung beinhaltet einen röhrenförmigen Bereich, der sich in einer vertikalen Richtung erstreckt; einen in dem röhrenförmigen Bereich angeordneten sich verjüngenden Bereich, wobei ein Innendurchmesser des sich verjüngenden Bereichs nach unten hin abnimmt, und welcher eine vertikal penetrierende Öffnung an einem unteren Ende desselben umfasst; ein röhrenförmiges unteres Ablenkelement, das oberhalb der Öffnung des sich verjüngenden Bereichs angeordnet ist, wobei ein Außendurchmesser des röhrenförmigen unteren Ablenkelements nach unten hin zunimmt und ein unteres Ende desselben von einer Innenwand des röhrenförmigen Bereichs beabstandet ist, und welches eine penetrierende Öffnung von einem oberen Ende zum unteren Ende entlang einer Mittelachse, die sich in einer vertikalen Richtung erstreckt, umfasst; und ein oberes Ablenkelement, das oberhalb der Öffnung des unteren Ablenkelements angeordnet ist, wobei ein Außendurchmesser des oberen Ablenkelements nach unten hin zunimmt, ein oberes Ende desselben geschlossen ist, ein unteres Ende desselben von der Innenwand des röhrenförmigen Bereichs beabstandet ist und ein Außendurchmesser am unteren Ende gleich oder größer als ein Innendurchmesser der Öffnung des unteren Ablenkelements ist.

[0006] Bei dem Olefinpolymerisationsreaktor der vorliegenden Erfindung werden Polyolefinteilchen, die einen Katalysator enthalten, einer Innenoberfläche des sich verjüngenden Bereichs zugeführt, ein olefinhaltiges Gas wird mit hoher Geschwindigkeit von der Öffnung am unteren Ende des sich verjüngenden Bereichs aus nach oben strömen gelassen und es ist möglich, eine Strahlschicht aus Polyolefinteilchen innerhalb eines Reaktionsbereichs zu bilden, der von einer Innenoberfläche des sich verjüngenden Bereichs und einer Innenoberfläche des röhrenförmigen Bereichs oberhalb des sich verjüngenden Bereichs umgeben ist. Hier bezieht sich die Strahlschicht auf einen Zustand eines aus Polyolefinteilchen (nachfolgend, je nach Fall, einfach als „Teilchen“ bezeichnet) zusammengesetzten Teilchenbetts aufgrund der Wirkung des olefinhaltigen Gases aus einer Gas-einströmungsöffnung, wobei ein Strahl (Strahlabschnitt) in der Nähe einer Mittelachse des röhrenförmigen Bereichs gebildet wird, durch welchen Teilchen mit einer geringen Teilchenkonzentration zusammen mit dem Gas

nach oben strömen und um den herum eine ringförmige Struktur gebildet wird, in welcher Teilchen in Form eines sich bewegenden Betts unter dem Einfluss von Schwerkraft nach unten strömen, was eine kreisförmige Bewegung von Teilchen erzeugt.

[0007] Ein Teil des olefinhaltigen Gases, das aus einer Gaseinströmungsöffnung **30a** ausgeblasen wird, bildet einen Strahl, strömt durch das Teilchenbett hindurch, und der Rest wird in dem Teil des Teilchenbetts mit der ringförmigen Struktur verstreut. Somit kommen das olefinhaltige Gas und Polyolefinteilchen in Feststoff/Gas-Kontakt miteinander und die Polyolefinteilchen wachsen dadurch durch Olefinpolymerisation im Reaktionsbereich.

[0008] Verglichen mit einem Fließbett ist die Strahlschicht im Allgemeinen dafür bekannt, hervorragendes Verhalten hinsichtlich Druckverlust zu zeigen und durch die kreisförmige Bewegung der Teilchen eine Mischung zu erzeugen, die einer Pfropfenströmung bis zu einem gewissen Grad ähnelt. Deshalb hat der Olefinpolymerisationsreaktor gemäß der vorliegenden Erfindung den Vorteil, dass eine Teilchenverweilzeitverteilung in dem Reaktionsbereich verringert werden kann. Des Weiteren ermöglicht die Strahlschicht ein Strömen von Teilchen bei einer niedrigen Gasströmungsrate verglichen mit dem Fließbett, selbst wenn relativ große Polyolefinteilchen in der Größenordnung von mehreren mm Durchmesser hergestellt werden, die im Falle des Fließbetts eine übermäßig hohe Gasströmungsrate erfordern würden, um zu fließen.

[0009] Der Polymerisationsreaktor der vorliegenden Erfindung stellt das obere Ablenkelement und das untere Ablenkelement bereit und kann dadurch das Streuen von Teilchen aus der Strahlschicht nach oben begrenzen. Deshalb ist es möglich, einen Mischbereich des röhrenförmigen Bereichs zu verringern und höhere Volumeneffizienz zu erzielen als bei einem Gerät vom Fließbett-Typ.

[0010] Des Weiteren schränkt die vorliegende Erfindung das Anhaften von Teilchen an der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des unteren Ablenkelements ein. Dies ist möglicherweise der Tatsache zuzuschreiben, dass der Kurs von Teilchen, die aus der Öffnung des unteren Ablenkelements nach oben hin austreten, durch das obere Ablenkelement geändert wird und sie durch den Spalt zwischen dem oberen Ablenkelement und dem unteren Ablenkelement entlang der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des unteren Ablenkelements nach außen austreten.

[0011] Hierbei kann sich das untere Ende des oberen Ablenkelements unter dem oberen Ende des unteren Ablenkelements befinden. Andererseits kann sich das untere Ende des oberen Ablenkelements oberhalb des oberen Endes des unteren Ablenkelements befinden.

[0012] Der Innendurchmesser der Öffnung des unteren Ablenkelements beträgt vorzugsweise das 0,5- bis 2,0-fache des Innendurchmessers der Öffnung des sich verjüngenden Bereichs.

[0013] Der Außendurchmesser am unteren Ende des oberen Ablenkelements ist vorzugsweise gleich oder kleiner als das 3-fache des Innendurchmessers der Öffnung des unteren Ablenkelements.

[0014] Der Außendurchmesser am unteren Ende des unteren Ablenkelements beträgt vorzugsweise das 0,35- bis 0,65-fache des Innendurchmessers des röhrenförmigen Bereichs.

[0015] Der Innendurchmesser der Öffnung des sich verjüngenden Bereichs ist vorzugsweise gleich oder kleiner als das 0,35-fache des Innendurchmessers des röhrenförmigen Bereichs. Der Polymerisationsreaktor kann weiter ein gerades Rohr umfassen, das sich in vertikaler Richtung nach oben erstreckt und am oberen Ende des unteren Ablenkelements vorgesehen ist. Der Polymerisationsreaktor kann des Weiteren auch ein gerades Rohr umfassen, das sich in vertikaler Richtung nach unten erstreckt und am unteren Ende des oberen Ablenkelements vorgesehen ist.

[0016] Vorzugsweise ist weiter ein Abschnitt zur Zufuhr von Olefin umfasst, welcher bewirkt, dass flüssiges Olefin mit der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des oberen Ablenkelements in Kontakt kommt. Dies ermöglicht die Reinigung der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des oberen Ablenkelements und begrenzt außerdem ein Anhaften von Teilchen an der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des oberen Ablenkelements ein. Die Fläche der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des oberen Ablenkelements ist vorzugsweise geringer als die Fläche der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des unteren Ablenkelements.

[0017] Vorzugsweise ist eine Mehrzahl von Kombinationen des röhrenförmigen Bereichs, des sich verjüngenden Bereichs, des unteren Ablenkelements und des oberen Ablenkelements umfasst. Dies ermöglicht eine mehrstufige Polymerisation.

[0018] Die vorstehend beschriebene Mehrzahl von Kombinationen ist vorzugsweise in vertikaler Richtung angeordnet.

[0019] Nun sind bevorzugt weitere Transportiereinrichtungen zum Transport von Polyolefinteilchen von einer Kombination zu einer anderen Kombination umfasst.

[0020] Der von der Außenoberfläche des unteren Ablenkelements zur horizontalen Ebene gebildete Neigungswinkel ist vorzugsweise größer als ein Schüttwinkel von Polyolefinteilchen in dem Zylinder. Außerdem ist der von der Außenoberfläche des oberen Ablenkelements zur horizontalen Ebene gebildete Neigungswinkel vorzugsweise größer als der Schüttwinkel von Polyolefinteilchen in dem Zylinder. Dies verhindert ein Anhaften von Polyolefinteilchen an dem jeweiligen Ablenkelement.

[0021] Die Außenoberfläche des oberen Ablenkelements ist vorzugsweise eine konische Oberfläche.

[0022] Die Außenoberfläche des unteren Ablenkelements ist vorzugsweise Teil einer konischen Oberfläche.

[0023] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung von Polyolefin bildet eine Strahlschicht aus Polyolefinteilchen auf dem sich verjüngenden Bereich in dem vorstehend beschriebenen Polymerisationsreaktor, um Olefin zu polymerisieren.

[0024] Eine weitere Erfindung der vorliegenden Erfindung umfasst einen Schritt der kontinuierlichen Zufuhr von Olefin zu dem vorstehend beschriebenen Olefinpolymerisationsreaktor, des kontinuierlichen Extrahieren eines nicht umgesetztes Olefin enthaltenden Gases aus dem Olefinpolymerisationsreaktor und des Rückführens des extrahierten Gases in den Olefinpolymerisationsreaktor, einen Schritt des Abkühlen des gesamten oder eines Teils des extrahierten Gases, um ein Olefin enthaltendes Kondensat zu erhalten, und einen Schritt der Zufuhr des Kondensats zu der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des oberen Ablenkelements.

[0025] Ein Polyolefinherstellungssystem der vorliegenden Erfindung umfasst einen Olefinvorpolymerisationsreaktor, der Olefin in Gegenwart eines Olefinpolymerisationskatalysators polymerisiert, um Polyolefinteilchen zu bilden, und den vorstehend beschriebenen Olefinpolymerisationsreaktor, der stromabwärts von dem Olefinvorpolymerisationsreaktor angeschlossen ist.

[0026] Ein weiteres erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung von Polyolefin polymerisiert Olefin unter Verwendung des vorstehend beschriebenen Polyolefinherstellungssystems.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

[0027] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, ein Anhaften von Teilchen an der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des Ablenkelements leichter zu begrenzen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1

[0028] Fig. 1 ist ein schematisches Konfigurationsdiagramm, das eine Ausführungsform eines Polyolefinherstellungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

Fig. 2

[0029] Fig. 2 ist eine vergrößerte schematische Querschnittsansicht des Olefinpolymerisationsreaktors **10A** in Fig. 1.

Fig. 3

[0030] Fig. 3 ist ein schematisches Konfigurationsdiagramm, das eine andere Ausführungsform des Polyolefinherstellungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

Fig. 4

[0031] Fig. 4 ist ein schematisches Konfigurationsdiagramm, das eine weitere Ausführungsform des Polyolefinherstellungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0032] Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ausführlich, nach Bedarf unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen, beschrieben. Soweit nicht anders angegeben, wird angenommen, dass Lageverhältnisse wie oben und unten, links und rechts auf Lageverhältnissen beruhen, die in den Zeichnungen gezeigt sind. Des Weiteren sind Größenverhältnisse in den Zeichnungen nicht auf die in den Zeichnungen veranschaulichten Verhältnisse beschränkt.

Polvolefinherstellungssystem

[0033] Fig. 1 veranschaulicht ein Polyolefinherstellungssystem **100A** gemäß der vorliegenden Ausführungsform. Dieses Herstellungssystem **100A** beinhaltet einen Olefinvorpolymerisationsreaktor **5** und einen Olefinpolymerisationsreaktor **10A**, der stromabwärts von diesem Olefinvorpolymerisationsreaktor **5** angeschlossen ist.

Olefinvorpolymerisationsreaktor

[0034] Der Olefinvorpolymerisationsreaktor **5** polymerisiert Olefin in Gegenwart eines Olefinpolymerisationskatalysators, um Polyolefinteilchen zu bilden.

[0035] Der Olefinvorpolymerisationsreaktor **5** ist nicht sonderlich beschränkt, sondern Beispiele für den Olefinvorpolymerisationsreaktor **5** beinhalten einen Suspensionspolymerisationsreaktor, einen Massepolymerisationsreaktor, einen Dampfphasenpolymerisationsreaktor vom Rührtank-Typ und einen Dampfphasenpolymerisationsreaktor vom Fließbett-Typ. Wenn Olefin vorpolymerisiert wird, kann einer dieser Polymerisationsreaktoren einzeln oder eine Mehrzahl von Polymerisationsreaktoren des gleichen Typs können in Kombination verwendet werden oder zwei oder mehr verschiedene Arten von Polymerisationsreaktoren können in Kombination verwendet werden.

[0036] Als Suspensionspolymerisationsreaktor kann ein öffentlich bekannter Polymerisationsreaktor, z. B. ein Polymerisationsreaktor vom Rührtank-Typ oder ein Kreislauf-Polymerisationsreaktor, verwendet werden, wie in der geprüften japanischen Patentanmeldung Veröffentlichungsnr. S41-12916, der geprüften japanischen Patentanmeldung Veröffentlichungsnr. S46-11670, der geprüften japanischen Patentanmeldung Veröffentlichungsnr. S47-42379 beschrieben. Es sei darauf hingewiesen, dass die Suspensionspolymerisation ein Verfahren zur Durchführung einer Polymerisation ist, die in einem Zustand durchgeführt wird, in dem ein Olefinmonomer, wie z. B. Propylen, Buten, einem inerten Lösungsmittel aus aliphatischem Kohlenwasserstoff, wie z. B. Propan, Butan, Isobutan, Pentan, Hexan, Heptan, Octan, oder einem Kohlenwasserstoff aus der alicyclischen Familie, wie z. B. Cyclopentan, Cyclohexan, zugegeben wird, das erhaltene Produkt als ein Polymerisationslösungsmittel verwendet wird, ein Olefinpolymerisationskatalysator in das Polymerisationslösungsmittel in Form einer Suspension gestreut wird, so dass das erhaltene Polymer nicht in dem Polymerisationslösungsmittel gelöst wird. Die Polymerisation erfolgt, während das Polymerisationslösungsmittel in einem flüssigen Zustand gehalten wird, und bei einer Temperatur und einem Druck, bei denen das gebildete Polymer nicht in dem Polymerisationslösungsmittel gelöst wird. Die Polymerisationstemperatur beträgt normalerweise 30 bis 100°C und vorzugsweise 50 bis 80°C. Der Polymerisationsdruck beträgt normalerweise Normaldruck bis 10 MPaG und vorzugsweise 0,3 bis 5 MPaG.

[0037] Als Massepolymerisationsreaktor kann ein öffentlich bekannter Polymerisationsreaktor, z. B. ein Polymerisationsreaktor vom Rührtank-Typ oder ein Kreislauf-Polymerisationsreaktor, verwendet werden, wie in der geprüften japanischen Patentanmeldung Veröffentlichungsnr. S41-12916, der geprüften japanischen Patentanmeldung Veröffentlichungsnr. S46-11670, der geprüften japanischen Patentanmeldung Veröffentlichungsnr. S47-42379 beschrieben. Es sei darauf hingewiesen, dass Massepolymerisation ein Verfahren zur Durchführung einer Polymerisation in einem Zustand ist, in dem im Wesentlichen kein inertes Lösungsmittel aus aliphatischem Kohlenwasserstoff wie z. B. Propan, Butan, Isobutan, Pentan, Hexan, Heptan, Octan, oder Kohlenwasserstoff aus der alicyclischen Familie, wie z. B. Cyclopentan, Cyclohexan, vorliegt, ein Olefinmonomer, wie z. B. Propylen, Buten, als Polymerisationslösungsmittel verwendet wird, ein Olefinpolymerisationskatalysator in das Polymerisationslösungsmittel gestreut wird und das erhaltene Polymer nicht in dem Polymerisationslösungsmittel gelöst wird. Die Polymerisation erfolgt, während das Polymerisationslösungsmittel in einem

flüssigen Zustand gehalten wird, und bei einer Temperatur und einem Druck, bei denen das gebildete Polymer nicht in dem Polymerisationslösungsmittel gelöst wird. Die Polymerisationstemperatur beträgt normalerweise 30 bis 100°C und vorzugsweise 50 bis 80°C. Der Polymerisationsdruck ist normalerweise Normaldruck bis 10 MPaG und vorzugsweise 0,5 bis 5 MPaG.

[0038] Als Dampfphasenpolymerisationsreaktor vom Rührtank-Typ kann ein öffentlich bekannter Polymerisationsreaktor verwendet werden, z. B. ein Polymerisationsreaktor, wie in der japanischen Patentanmeldungs-Offenlegungsschrift Nr. S46-31969 oder der geprüften japanischen Patentanmeldung Veröffentlichungsnr. S59-21321 beschrieben.

[0039] Es sei darauf hingewiesen, dass Dampfphasenpolymerisation vom Rührtank-Typ ein Verfahren zur Polymerisation eines Monomers in einem gasförmigen Zustand unter Verwendung des Monomers in gasförmigem Zustand als Medium ist, während ein Olefinpolymerisationskatalysator und Olefinpolymer in dem Medium unter Verwendung eines Rührers in einem fließfähigen Zustand gehalten werden. Die Polymerisationstemperatur beträgt normalerweise 50 bis 110°C und vorzugsweise 60 bis 100°C. Der Polymerisationsdruck muss nur innerhalb eines Bereichs liegen, in dem ein Olefin in einer Dampfphase in einem Dampfphasenpolymerisationsreaktor vom Rührtank-Typ vorliegen kann, und ist normalerweise Normaldruck bis 5 MPaG und vorzugsweise 0,5 bis 3 MPaG.

[0040] Als Dampfphasenpolymerisationsreaktor vom Fließbett-Typ kann ein öffentlich bekannter Polymerisationsreaktor verwendet werden, z. B. ein Polymerisationsreaktor wie in der japanischen Patentanmeldungs-Offenlegungsschrift Nr. S58-201802, der japanischen Patentanmeldungs-Offenlegungsschrift Nr. S59-126406 oder der japanischen Patentanmeldungs-Offenlegungsschrift Nr. H2-233708 beschrieben. Es sei darauf hingewiesen, dass die Dampfphasenpolymerisation vom Fließbett-Typ ein Verfahren zur Polymerisation eines Monomers in einem gasförmigen Zustand unter Verwendung des Monomers in dem gasförmigen Zustand als Medium ist, während ein Olefinpolymerisationskatalysator und Olefinpolymer in dem Medium hauptsächlich durch eine Strömung des Mediums in einem fließfähigen Zustand gehalten werden. Ein Rührgerät kann ebenfalls hilfsweise vorgesehen sein, um die Fluidisierung zu begünstigen. Die Polymerisationstemperatur beträgt normalerweise 0 bis 120°C und vorzugsweise 20 bis 100°C und stärker bevorzugt 40 bis 100°C. Der Polymerisationsdruck muss nur innerhalb eines Bereichs liegen, in dem Olefin als eine Dampfphase in dem Polymerisationsreaktor vom Fließbett-Typ vorliegen kann, und ist normalerweise Normaldruck bis 10 MPaG, stärker bevorzugt 0,2 bis 8 MPaG und weiter bevorzugt 0,5 bis 5 MPaG.

[0041] Ein Beispiel für eine Kombination der jeweiligen Polymerisationsreaktoren ist ein Dampfphasenpolymerisationsreaktor vom Fließbett-Typ oder Dampfphasenpolymerisationsreaktor vom Rührtank-Typ, der stromabwärts von einem Suspensionspolymerisationsreaktor oder Massepolymerisationsreaktor angeschlossen ist.

[0042] Ein Spültank zum Abtrennen von nicht umgesetztem Olefin oder Polymerisationslösungsmittel von Olefinpolymerpartikeln ist nach Bedarf zwischen dem Suspensionspolymerisationsreaktor oder Massepolymerisationsreaktor und einem Dampfphasenpolymerisationsreaktor, der stromabwärts davon angeschlossen ist, wie z. B. einem Dampfphasenpolymerisationsreaktor vom Fließbett-Typ, einem Dampfphasenpolymerisationsreaktor vom Rührtank-Typ oder einem Olefinpolymerisationsreaktor **10A**, der später beschrieben werden wird, vorgesehen.

Olefinpolymerisationsreaktor

[0043] Der Olefinpolymerisationsreaktor **10A** ist ein Gerät, das Olefin in gasförmigem Zustand Polyolefinteilchen zuführt, die durch den Olefinvorpolymerisationsreaktor **5** gebildet wurden, um zu bewirken, dass diese eine Polymerisationsreaktion durchlaufen.

[0044] Wie in **Fig. 1** gezeigt, beinhaltet der Olefinpolymerisationsreaktor **10A** hauptsächlich einen Zylinder (röhrenförmiger Bereich) **12**, der sich in vertikaler Richtung erstreckt, eine Mehrzahl von unteren Ablenkelementen **21**, die in dem Zylinder **12** vorgesehen sind, eine Mehrzahl von oberen Ablenkelementen **22**, und eine Mehrzahl von zylindrischen Leitblechen (sich verjüngende Bereiche) **30**. Die oberen Ablenkelemente **22**, die unteren Ablenkelemente **21** und die zylindrischen Leitbleche **30** sind wiederholt in dieser Reihenfolge in dem Zylinder **12** angeordnet. Die oberen Ablenkelemente **22**, die unteren Ablenkelemente **21** und die zylindrischen Leitbleche **30** sind vorzugsweise coaxial mit der Achse des Zylinders **12** angeordnet. Ein Innendurchmesser D_0 des Zylinders **12** beträgt unter dem Gesichtspunkt der Stabilisierung einer Strahlschicht vorzugsweise 5 m oder weniger oder stärker bevorzugt 3,5 m oder weniger.

[0045] Das zylindrische Leitblech **30** ist ein sich verjüngender Zylinder, dessen Innendurchmesser nach unten hin abnimmt und dessen oberes Ende **30a** in Kontakt mit einer Innenwand des Zylinders **12** ist. Dies bewirkt, dass ein Gas von einer kreisförmigen Gaseinströmungsöffnung **30o** an einem unteren Ende **30b** aus nach oben strömt und nicht von zwischen dem oberen Ende **30a** und dem Zylinder **12** strömt. Die am unteren Ende **30b** ausgebildete Gaseinströmungsöffnung **30o** kann mit einem Rückschlagventil (nicht gezeigt) versehen sein, um zu verhindern, dass Polyolefinteilchen in dem Reaktionsbereich **25** von der Gaseinströmungsöffnung **30o** aus nach unten strömen, wenn der Olefinpolymerisationsreaktor **10A** in Betrieb genommen oder angehalten wird oder dergleichen. Hierbei wird angenommen, dass der Durchmesser der Öffnung **30o** des zylindrischen Leitblechs **30** D1 ist.

[0046] In dem Olefinpolymerisationsreaktor **10A** in **Fig. 1** sind fünf Reaktionsbereiche **25** derart ausgebildet, dass sie vertikal in dem Zylinder **12** ausgerichtet sind. Der Reaktionsbereich **25** ist ein Bereich, der von der Außenoberfläche des zylindrischen Leitblechs **30**, der Innenoberfläche des zylindrischen Leitblechs **30** unmittelbar darunter und der Innenoberfläche des Bereichs des Zylinders **12** zwischen diesen Teilen (röhrenförmiger Bereich) umschlossen ist. Der oberste Reaktionsbereich **25** ist jedoch ein Bereich, der von der Innenoberfläche der oberen Oberfläche des Zylinders **12**, der Innenoberfläche des zylindrischen Leitblechs **30** unmittelbar darunter und der Innenoberfläche des Bereichs des Zylinders **12** zwischen diesen Teilen (röhrenförmiger Bereich) umschlossen ist.

[0047] In jedem Reaktionsbereich **25** strömt ein olefinhaltiges Gas mit hoher Geschwindigkeit von der an dem unteren Ende **30b** des zylindrischen Leitblechs **30** ausgebildeten Gaseinströmungsöffnung **30o** aus nach oben und dadurch wird eine Strahlschicht aus Polyolefinteilchen gebildet.

[0048] Wie in **Fig. 2** gezeigt, sind das untere Ablenkelement **21** und das obere Ablenkelement **22** an Positionen oberhalb des zylindrischen Leitblechs **30** jedes Reaktionsbereichs **25** und der Gaseinströmungsöffnung **30o** desselben zugewandt angeordnet. Das untere Ablenkelement **21** und das obere Ablenkelement **22** haben die Funktion, zu verhindern, dass Polyolefinteilchen von der Strahlschicht aus nach oben gestreut werden. Das heißt, Teilchen, die aus der Strahlschicht kommen, treffen auf das untere Ablenkelement **21** und das obere Ablenkelement **22**, wodurch diese Teilchen daran gehindert werden, sich nach oben zum oberen Reaktionsbereich hin zu bewegen. Dies verkürzt den Mischbereich und erzielt hohe Volumeneffizienz.

[0049] Das untere Ablenkelement **21** hat eine sich verjüngende zylindrische Form und ist oberhalb der Öffnung **30o** des zylindrischen Leitblechs **30** angeordnet. Das untere Ablenkelement **21** hat eine Form, deren Außendurchmesser nach unten hin zunimmt. Ein unteres Ende **21** desselben ist von der Innenwand des Zylinders **12** und des zylindrischen Leitblechs **30** beabstandet. Das untere Ablenkelement **21** weist eine Öffnung **21h** auf, die vertikal penetrierend entlang seiner Mittelachse an einem oberen Ende **21a** desselben verläuft. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Außenoberfläche des unteren Ablenkelements **21** Teil einer konischen Oberfläche. Der Innendurchmesser der Öffnung **21h** wird hierbei als D3 angenommen. Der Außendurchmesser am unteren Ende **21b** des unteren Ablenkelements **21** wird als D2 angenommen. Der Innendurchmesser der Öffnung **21h** bezieht sich auf den Innendurchmesser eines Abschnitts, der einer minimalen horizontalen Querschnittsfläche der Öffnung entspricht. Der Außendurchmesser am unteren Ende bezieht sich auf den Durchmesser eines Abschnitts, in dem der Umriss eine maximale horizontale Querschnittsfläche aufweist. Der Durchmesser in der vorliegenden Beschreibung ist, wenn der Querschnitt kein Kreis ist, definiert durch den Durchmesser eines Kreises mit der gleichen Fläche wie der Querschnitt.

[0050] Das obere Ablenkelement **22** ist oberhalb der Öffnung **21h** des unteren Ablenkelements **21** angeordnet. Das obere Ablenkelement **22** hat eine Form, deren Außendurchmesser nach unten hin zunimmt, wobei ein oberes Ende **22a** desselben geschlossen ist. Das untere Ende **22b** ist von der Innenwand des Zylinders **12** und dem unteren Ablenkelement **21** beabstandet. Der Außendurchmesser am unteren Ende **22b** wird als D4 angenommen. Der Außendurchmesser D4 am unteren Ende **22b** ist größer als ein Innendurchmesser D3 am oberen Ende der Öffnung **21h** des unteren Ablenkelements **21**. Der Durchmesser der Innenoberfläche des oberen Ablenkelements **22** nimmt vorzugsweise nach unten hin zu. In der vorliegenden Ausführungsform hat das obere Ablenkelement **22** eine hohle konische Form, deren unteres Ende offen ist.

[0051] Der Innendurchmesser D3 der Öffnung **21h** des unteren Ablenkelements **21** beträgt vorzugsweise das 0,5- bis 2,0-fache des Innendurchmessers D1 der Öffnung **30o** des zylindrischen Leitblechs **30**.

[0052] Der Außendurchmesser D4 des oberen Ablenkelements **22** am unteren Ende **22b** liegt vorzugsweise innerhalb des 3-fachen des Innendurchmessers D3 der Öffnung **21h** des unteren Ablenkelements **21**.

[0053] Der Außendurchmesser D2 des unteren Ablenkelements **21** am unteren Ende **21b** ist vorzugsweise größer als der Innendurchmesser D1 der Öffnung **30o** des zylindrischen Leitblechs **30**. Der Außendurchmesser D2 beträgt vorzugsweise das 0,35- bis 0,65-fache des Innendurchmessers D0 des Zylinders **12**, um Teilchen daran zu hindern, aus dem unteren Ablenkelement **21** nach oben hin gestreut zu werden.

[0054] Der Innendurchmesser D1 der Öffnung **30o** des zylindrischen Leitblechs **30** ist vorzugsweise gleich oder kleiner als das 0,35-fache des Innendurchmessers D0 des Zylinders **12**.

[0055] In der vorliegenden Ausführungsform befindet sich das untere Ende **22b** des oberen Ablenkelements **22** oberhalb des oberen Endes **21a** des unteren Ablenkelements **21**. Der Abstand zwischen dem unteren Ende **22b** des oberen Ablenkelements **22** und dem oberen Ende **21a** des unteren Ablenkelements **21** in vertikaler Richtung ist vorzugsweise gleich oder kleiner als der Innendurchmesser D3 der Öffnung **21h** des unteren Ablenkelements **21**. Wenn dieser Abstand zu groß ist, treffen Teilchen, je nach der Geschwindigkeit des Gases, möglicherweise nicht auf das obere Ablenkelement **22**.

[0056] Was die Einbauposition des unteren Ablenkelements **21** betrifft, ist das untere Ablenkelement **21** vorzugsweise so installiert, dass das gesamte untere Ablenkelement **21** oberhalb der oberen Oberfläche der Strahlschicht freiliegt, und das untere Ende ist stärker bevorzugt von der oberen Oberfläche der Strahlschicht in einem Abstand von dem 0,5- bis 1,5-fachen des Innendurchmessers D0 des Zylinders **12** beabstandet. Die Position der oberen Oberfläche der Strahlschicht wird durch die Position eines Fallrohres **35a**, welches später beschrieben werden wird, und die Betriebsbedingungen der Teilchenzufuhr- und -austragsvorrichtungen, wie z. B. eines Auswurfapparats, gesteuert.

[0057] In der vorliegenden Ausführungsform treffen einige Teilchen, die von der Strahlschicht nach oben geblasen werden, auf die Innenoberfläche (untere Oberfläche) des unteren Ablenkelements **21**, bewegen sich dann nach unten und werden wieder in der ringförmigen Struktur der Strahlschicht aufgefangen. Einige andere Teilchen, die von der Strahlschicht nach oben geblasen werden, strömen durch die Öffnung **21h** des unteren Ablenkelements **21** hindurch, treffen auf die Innenoberfläche (untere Oberfläche) des oberen Ablenkelements **22**, werden von dem Spalt zwischen dem unteren Ablenkelement **21** und dem oberen Ablenkelement **22** aus seitlich nach außen geführt, bewegen sich entlang der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des unteren Ablenkelements **21** und werden dann von der ringförmigen Struktur der Strahlschicht wieder aufgefangen. Dies verhindert ein Anhaften oder Ablagern von Teilchen an der Oberfläche des unteren Ablenkelements **21**.

[0058] Andererseits strömt ein Großteil des Gases durch den Spalt zwischen dem unteren Ende **21b** des unteren Ablenkelements **21** und der Innenwand des Zylinders **12** und bewegt sich nach oben, während ein Teil des Gases durch die Öffnung **21h** des unteren Ablenkelements **21** hindurch strömt, aus dem Spalt zwischen dem unteren Ablenkelement **21** und dem oberen Ablenkelement **22** austritt und sich dann nach oben bewegt.

[0059] Die Form und Position des oberen Ablenkelements **22** und des unteren Ablenkelements **21** sind nicht auf die vorstehend beschriebenen beschränkt. Zum Beispiel kann sich das untere Ende **22b** des oberen Ablenkelements **22**, wie in **Fig. 3** gezeigt, unterhalb des oberen Endes **21a** des unteren Ablenkelements **21** befinden. In diesem Fall wird vorzugsweise sichergestellt, dass der Mindestabstand zwischen dem oberen Ablenkelement **22** und dem unteren Ablenkelement **21** gleich oder größer als das 10-fache des Teilchendurchmessers ist.

[0060] Zum Beispiel kann ein gerades Rohr **21s**, das sich in vertikaler Richtung nach oben erstreckt, wie in **Fig. 4** gezeigt, am oberen Ende des unteren Ablenkelements **21** vorgesehen sein. Des Weiteren kann ein gerades Rohr **22s**, das sich in vertikaler Richtung nach unten erstreckt, am unteren Ende des oberen Ablenkelements **22** vorgesehen sein. Das Bereitstellen des geraden Rohrs **21s** und/oder des geraden Rohrs **22s** kann ein Streuen von Teilchen nach oben effektiver verhindern. Die Längen dieser geraden Rohre **21s** und **22s** sind vorzugsweise gleich oder weniger als das 2-fache des Außendurchmessers D4 des unteren Ablenkelements **21** am unteren Ende, um den Druckverlust des Gases zu verringern.

[0061] Wie in **Fig. 2** gezeigt, beinhaltet der Zylinder **12** einen Abschnitt **85** zur Zufuhr von flüssigem Olefin, welcher bewirkt, dass flüssiges Olefin mit der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des oberen Ablenkelements **22** in Kontakt kommt. Der Abschnitt **85** zur Zufuhr von flüssigem Olefin beinhaltet eine Düse **80**, die zur Außenoberfläche (obere Oberfläche) des oberen Ablenkelements **22** hin offen ist. Eine Leitung L8, die eine Pumpe **81** beinhaltet, ist mit der Düse **80** verbunden und eine Zufuhrquelle **82** für flüssiges Olefin ist mit dieser Leitung L80 verbunden.

[0062] Das von dem Abschnitt **85** zur Zufuhr von flüssigem Olefin zugeführte flüssige Olefin verhindert ein Anhaften von Teilchen an der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des oberen Ablenkelements **22**. Da die Fläche der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des oberen Ablenkelements **22** kleiner ist als die Fläche der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des unteren Ablenkelements **21**, ist die Menge an zugeführtem flüssigem Olefin nicht so groß.

[0063] Anstatt den Abschnitt zur Zufuhr von flüssigem Olefin bereitzustellen, ist es auch möglich, ein Anhaften von Teilchen an der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des oberen Ablenkelements **22** zu verhindern, indem ein Spiegelglanz auf die Außenoberfläche (obere Oberfläche) des oberen Ablenkelements **22** aufgebracht oder diese mit Fluorharz oder dergleichen beschichtet wird.

[0064] Des Weiteren kann die Außenoberfläche (obere Oberfläche) des unteren Ablenkelements **21** auch einer Spiegelglanz- oder Fluorharzbeschichtung unterzogen werden. Beispiele für Fluorharz für diesen Zweck beinhalten Polytetrafluorethylen und Poly(difluormethylen).

[0065] Wie in **Fig. 1** gezeigt, sind die vier in dem Zylinder **12** vorgesehenen zylindrischen Leitbleche **30** jeweils mit einem Fallrohr **35a** versehen, das jedes zylindrische Leitblech **30** penetriert, und das unterste zylindrische Leitblech **30** ist mit einem Fallrohr **35b** versehen. Das Fallrohr **35a** bewirkt, dass Polyolefinteilchen von einem oberen Reaktionsbereich **25** zu einem unteren Reaktionsbereich **25** herab fallen. Das Fallrohr **35b** soll Polyolefinteilchen aus dem untersten Reaktionsbereich extrahieren und sie nach außerhalb des Zylinders **12** austragen. Zwei Ventile V71 und V72 sind mit diesem Fallrohr **35b** in Reihe geschaltet und es ist möglich, Polyolefinteilchen in das nächste Verfahren auszutragen, indem man diese Ventile aufeinanderfolgend öffnet/schließt.

[0066] Das zylindrische Leitblech **30** erfüllt vorzugsweise die folgenden Bedingungen, damit jeder Reaktionsbereich **25** eine stabile Strahlschicht bildet. Das heißt, bei dem zylindrischen Leitblech **30** ist das Verhältnis ($D1/d0$) des Innendurchmessers $D1$ der Gaseinströmungsöffnung **30o** des zylindrischen Leitblechs **30** am unteren Ende **30b** zum Innendurchmesser $d0$ des Zylinders **12** vorzugsweise gleich oder weniger als 0,35. Außerdem ist der Neigungswinkel $\alpha30$ des zylindrischen Leitblechs **30** in **Fig. 2**, das heißt, der von der Innenoberfläche des zylindrischen Leitblechs **30** zur horizontalen Ebene gebildete Winkel, vorzugsweise gleich oder größer als der Schüttwinkel von in dem Zylinder **12** vorliegenden Polyolefinteilchen, und der Neigungswinkel $\alpha30$ ist vorzugsweise gleich oder größer als der Schüttwinkel und gleich oder größer als ein Winkel, bei dem die Gesamtmenge an Polyolefinteilchen auf natürliche Weise durch Schwerkraft ausgetragen werden kann. Auf diese Weise wird eine reibungslose Abwärtsbewegung der Polyolefinteilchen erzielt.

[0067] Neigungswinkel $\alpha21$ und $\alpha22$ des unteren Ablenkelements **21** und des oberen Ablenkelements **22** in **Fig. 2**, das heißt, Winkel, die von den Außenoberflächen des unteren Ablenkelements **21** und des oberen Ablenkelements **22** zur horizontalen Ebene gebildet werden, sind vorzugsweise gleich oder größer als der Schüttwinkel von in dem Zylinder **12** vorliegenden Polyolefinteilchen. Dadurch ist es möglich, Polyolefinteilchen ausreichend daran zu hindern, an dem jeweiligen Ablenkelement **21**, **22** anzuhafte.

[0068] Der Schüttwinkel von Polyolefinteilchen liegt z. B. in der Größenordnung von 35 bis 50° und die Neigungswinkel $\alpha30$ und $\alpha20$ sind vorzugsweise auf 55° oder darüber festgelegt.

[0069] Die Ablenkelemente **21**, **22** und das zylindrische Leitblech **30** sind an dem Zylinder **12** jeweils durch Träger (nicht gezeigt) befestigt und die Träger haben geringen Einfluss auf den Gasstrom oder Polyolefinstrom. Für den Zylinder **12**, jedes Ablenkelement **21**, **22** und das zylindrische Leitblech **30** können Werkstoffe, wie z. B. Kohlenstoffstahl, SUS304 und SUS316L verwendet werden. Es sei darauf hingewiesen, dass SUS eine Edelstahl-Norm ist, die in JIS (Japanische Industrienorm) definiert ist. SUS316L wird vorzugsweise in Fällen verwendet, in denen Katalysatoren verwendet werden, die einen hohen Anteil an korrosiven Bestandteilen (z. B. Halogenbestandteile, wie z. B. Chlor) enthalten.

[0070] Wie in **Fig. 1** gezeigt, ist eine Gaszufuhrdüse **40** am Boden des Zylinders **12** vorgesehen und ein gasförmiges Olefinmonomer wird dem Boden des Zylinders **12** über eine Leitung L30 und einen Kompressor **54** zugeführt. Andererseits ist eine Gasaustragsdüse **61** an der Oberseite des Zylinders **12** vorgesehen. Das Gas, das durch den Zylinder **12** nach oben steigt, wird über eine Leitung L40 nach außen ausgetragen, Gas mitführende Teilchen werden über einen Abscheider **62**, der nach Bedarf eingebaut ist, ausgetragen. Das Gas wird einer Verarbeitung in einem Wärmetauscher **63**, einem Kompressor **64**, einem Wärmetauscher **65** und einem Gas/Flüssig-Abscheider **66** unterzogen und wird dann über eine Leitung L35 in die Leitung L30 eingebracht und rückgeführt. Zusätzlich zu der Gaszufuhrdüse **40** kann am Boden des Zylinders **12** eine Austragsdüse (nicht gezeigt) vorgesehen sein, die in der Lage ist, Polyolefinteilchen am Betriebsende auszutragen. Es sei

darauf hingewiesen, dass ein umgekehrt konischer Inhalt (nicht gezeigt) an einer Position, die den Gasstrom am Boden des Zylinders **12** nicht blockiert, zu dem Zwecke platziert sein kann, um die Menge an zurückbleibender pulverförmiger Substanz in dem Olefinpolymerisationsreaktor **10A** bei Betriebsende zu verringern.

[0071] Der Zylinder **12** ist mit einer Düse **50** zur Zufuhr von Flüssigkeit versehen, welche das durch den Gas/Flüssig-Abscheider **66** abgetrennte flüssige Olefin von außerhalb des Zylinders **12** einem vorher festgelegten Reaktionsbereich **25** zuführt. Konkret ist die Düse **50** zur Zufuhr von Flüssigkeit in der Nähe der Gaseinströmungsöffnung **30o** des zylindrischen Leitblechs **30** der zweiten Stufe von oben angeordnet, wie in **Fig. 1** gezeigt, und darauf ausgelegt, das flüssige Olefin zum Strahl hin zu spülen. Eine Pumpe **52** und eine Leitung L20, die ein verflüssigtes Olefinmonomer nach Bedarf zuführen, sind mit der Düse **50** zur Zufuhr von Flüssigkeit verbunden. Obwohl die Düse **50** zur Zufuhr von Flüssigkeit in **Fig. 1** in der Nähe der Gaseinströmungsöffnung **30o** des zylindrischen Leitblechs **30** positioniert ist, ist die Position der Düse **50** zur Zufuhr von Flüssigkeit nicht darauf beschränkt und die Düse **50** zur Zufuhr von Flüssigkeit kann z. B. in der Nähe des unteren Endes des unteren Ablenkelements **21** positioniert sein. Es sei darauf hingewiesen, dass die Düse **50** zur Zufuhr von Flüssigkeit vorzugsweise in einem Bereich positioniert ist, in dem ein hoher Gasstrom vorliegt, wie z. B. einem Strahlbereich, in dem ein Strahl gebildet wird.

[0072] Eine Mehrzahl von Gasaustragsdüsen **60** sind an Teilen bereitgestellt, die der Außenoberfläche des zylindrischen Leitblechs **30** in dem Zylinder **12** zugewandt sind. Konkret sind die Gasaustragsdüsen **60**, wie in **Fig. 1** gezeigt, an Teilen vorgesehen, die der Außenoberfläche des zylindrischen Leitblechs **30** der zweiten Stufe von oben zugewandt sind. Diese Gasaustragsdüse **60** ist mit der Leitung L40 über eine Leitung L41 verbunden. Die Menge an aus der Gasaustragsdüse **60** ausgetragenen Gas wird über ein Ventil oder dergleichen gesteuert, so dass sie im Wesentlichen gleich der Menge an Gas ist, die aus der Düse **50** zur Zufuhr von Flüssigkeit zugeführt und in Gas überführt wird. Deshalb wird eine oberflächliche Gasgeschwindigkeit in dem Zylinder **12** in vertikaler Richtung im Wesentlichen konstant gehalten, selbst wenn dem Zylinder **12** ein verflüssigtes Olefinmonomer aus der Düse **50** zur Zufuhr von Flüssigkeit zugeführt wird.

[0073] Eine Leitung L5 ist an einer Position oberhalb des oberen zylindrischen Leitblechs **30** in dem Zylinder **12** angeschlossen und Polyolefinteilchen, die feste Olefinpolymerisationskatalysator-Teilchen enthalten, werden dem oberen Reaktionsbereich **25** zugeführt.

[0074] Auf diese Weise verwirklicht die vorliegende Ausführungsform Polymerisationsschritte in zwei Stufen durch den Olefinvorpolymerisationsreaktor **5** und den Olefinpolymerisationsreaktor **10A**. Somit wird Olefin durch den Olefinvorpolymerisationsreaktor **5** polymerisiert und Polyolefinteilchen werden zu relativ großen Polyolefinteilchen mit einer Teilchengröße von vorzugsweise 500 µm oder mehr, stärker bevorzugt 700 µm oder mehr und besonders bevorzugt 850 µm oder mehr, heranwachsen gelassen, wodurch es ermöglicht wird, eine stabilere Strahlschicht zu bilden. Es ist jedoch auch möglich, einen einstufigen Polymerisationsschritt vorzusehen, ohne einen Olefinvorpolymerisationsreaktor **5** zu verwenden. In diesem Fall wird ein Olefinpolymerisationskatalysator oder vorbereitender Polymerisationskatalysator direkt dem Olefinpolymerisationsreaktor **10A** zugeführt, um Olefin zu polymerisieren. Außerdem können ein oder eine Mehrzahl von zusätzlichen Olefinpolymerisationsreaktoren, wie z. B. der Olefinvorpolymerisationsreaktor **5** oder der Olefinpolymerisationsreaktor **10A**, stromabwärts von dem Olefinpolymerisationsreaktor **10A** hinzugefügt werden, um drei oder mehr Polymerisationsschritte durchzuführen.

Olefin, Polyolefin, Katalysator oder dergleichen

[0075] Als nächstes werden das Olefin, Polyolefin, der Katalysator oder dergleichen in einem derartigen System ausführlich beschrieben.

[0076] In dem Olefinpolymerisationsreaktor, dem Verfahren zur Herstellung von Polyolefin und dem Polyolefinherstellungssystem der vorliegenden Erfindung wird Olefin polymerisiert (Homopolymerisation, Copolymerisation), um Polyolefin, d. h., ein Olefinpolymer (Olefin-Homopolymer, Olefin-Copolymer) herzustellen. Das vorstehend beschriebene, in der vorliegenden Erfindung verwendete Olefin ist Monoolefin und Beispiele dafür beinhalten Ethylen, Propylen, 1-Buten, 1-Penten, 4-Methyl-1-penten, 5-Methyl-1-hexen, 1-Hexen, 1-Hepten und 1-Octen.

[0077] Eine oder mehrere Arten von derartigem Olefin werden verwendet und die zu verwendende Art des Olefins kann in jedem Polymerisationsschritt geändert werden, und wenn ein mehrstufiges Polymerisationsverfahren verwendet wird, kann die zu verwendende Art des Olefins in jeder Stufe geändert werden. Beispiele für eine Kombination von Olefinen, wenn zwei oder mehr Arten von Olefin verwendet werden, beinhalten

Propylen/Ethylen, Propylen/1-Buten, Propylen/Ethylen/1-Buten, Ethylen/1-Buten, Ethylen/1-Hexen, Ethylen/1-Octen. Zusätzlich zu Olefin kann auch ein von Monoolefin verschiedenes polymerisierbares Monomer, wie z. B. Dien, in Kombination verwendet werden.

[0078] Die vorliegende Erfindung kann in angemessener Weise ein Olefinpolymer (Homopolymer, Copolymer), wie z. B. Propylen-Homopolymer, Propylen/Ethylen-Copolymer, Propylen/1-Buten-Copolymer, Propylen/Ethylen/1-Buten-Copolymer herstellen. Die vorliegende Erfindung ist besonders zur Verwendung bei der Herstellung eines Polymers auf Olefinbasis geeignet, das durch Mehrstufenpolymerisation erhalten wird, bei welcher sich der prozentuale Gehalt jeder, eine Polymerkomponente bildenden, Monomereinheit voneinander unterscheidet, und es ist möglich Homopolymerteilchen durch Zufuhr einer Olefinart unter Verwendung z. B. des Olefinvorpolymerisationsreaktors **5** und des Olefinpolymerisationsreaktors **10A** zu bilden, oder statistische Copolymerteilchen, die durch Copolymerisation des Olefins und einer geringen Menge einer anderen Olefinart erhalten werden, zu bilden und diesen Polymerteilchen unter Verwendung eines zusätzlichen Olefinpolymerisationsreaktors, wie z. B. des Vorpolymerisationsreaktors **5** oder des Olefinpolymerisationsreaktors **10A**, die stromabwärts davon angeschlossen sind, weiter zwei oder mehr Olefinarten zuzuführen, um ein mehrstufig polymerisiertes Copolymer auf Olefinbasis zu bilden. Dies grenzt eine Verweilzeitverteilung in dem Olefinpolymerisationsreaktor **10A** ein, macht es dadurch leichter, das Zusammensetzungsverhältnis in Polymerteilchen zu stabilisieren, was zur Verringerung von Fehlern während der Formgebung besonders effektiv ist.

[0079] Beispiele für das Polymer beinhalten Propylen-Propylen-Ethylen-Polymer, Propylen-Propylen-Ethylen-Propylen-Ethylen-Polymer, Propylen-Ethylen-Propylen-Ethylen-Polymer, Propylen-Propylen-Ethylen-1-Buten-Polymer. Hierbei bezeichnet "-" eine Grenze zwischen Polymeren und "." gibt an, dass zwei oder mehr Olefinarten in dem Polymer copolymerisiert sind. Darunter ist die vorliegende Erfindung insbesondere zur Verwendung bei der Herstellung eines mehrstufig polymerisierten Copolymers auf Propylenbasis geeignet, bei welchem es sich um ein Polymer handelt, das Monomereinheiten auf Propylenbasis enthält, welches „hochschlagfestes Polypropylen“ (in Japan gewöhnlich auch als „Polypropylen-Blockcopolymer“ bezeichnet) genannt wird und einen polymerisierten Anteil auf der Basis von kristallinem Propylen und einen polymerisierten Anteil auf der Basis von amorphem Propylen enthält. Das mehrstufig polymerisierte Copolymer auf Propylenbasis wird durch mehrstufige Polymerisation eines kristallinen Homopolypropylenanteils oder statistischen Copolymeranteils, bei dem eine geringe Menge an von Propylen verschiedenem Olefin copolymerisiert wird, und eines amorphen Kautschukanteils, bei dem Ethylen und Propylen und ein von Ethylen und Propylen verschiedenes Olefin als optionaler Bestandteil copolymerisiert werden, kontinuierlich in beliebiger Reihenfolge in Gegenwart ihrer jeweiligen Polymere, deren Grenzviskosität, gemessen in 1,2,3,4-Tetrahydronaphthalin bei 135°C, vorzugsweise innerhalb eines Bereichs von 0,1 bis 100 dl/g liegt, erhalten. Da dieses mehrstufig polymerisierte Copolymer auf Propylenbasis hervorragende Wärmebeständigkeit, Steifheit und Stoßfestigkeit aufweist, kann es für Automobilteile, wie z. B. Stoßfänger und Türverkleidungen, eine Vielzahl von Verpackungsbehältern, wie z. B. geschweißte Beutelverpackungsbehälter für Lebensmittel, verwendet werden.

[0080] Unter Verwendung des Olefinpolymerisationsreaktors und des Verfahrens zur Herstellung von Polyolefin der vorliegenden Erfindung können Olefinpolymerkomponenten mit unterschiedlichen Molekulargewichten in den jeweiligen Polymerisationsschritten hergestellt werden, um eine Molekulargewichtsverteilung des Olefinpolymers zu erweitern. Die vorliegende Erfindung ist auch zur Verwendung bei der Herstellung eines Olefinpolymers mit einer breiten Molekulargewichtsverteilung geeignet und kann in angemessener Weise ein Olefinpolymer herstellen, dessen bei der obigen Messung erhaltene Grenzviskosität einer z. B. in einem Polymerisationsschritt zur Herstellung einer Polymerkomponente mit dem höchsten Molekulargewicht erhaltene Grenzviskosität innerhalb eines Bereichs von vorzugsweise 0,5 bis 100 dl/g, stärker bevorzugt 1 bis 50 dl/g und besonders bevorzugt 2 bis 20 dl/g liegt, wobei die Grenzviskosität gleich oder größer als die 5-fache Grenzviskosität einer Polymerkomponente ist, die in dem Polymerisationsschritt zur Herstellung einer Polymerkomponente mit dem niedrigsten Molekulargewicht hergestellt wurde, und die Menge der in dem Polymerisationsschritt zur Herstellung der Polymerkomponente mit dem größten Molekulargewicht hergestellten Polymerkomponente, die in dem Olefinpolymer enthalten ist, 0,1 bis 80 Gew.-% ausmacht.

[0081] Als der für die vorliegende Erfindung verwendete Olefinpolymerisationskatalysator kann ein öffentlich bekannter, die Olefinpolymerisation verwendeter Additionspolymerisationskatalysator verwendet werden. Konkrete Beispiele dafür beinhalten einen festen Katalysator auf Ziegler-Basis, der erhalten wird, indem man eine feste Katalysatorkomponente, die Titan, Magnesium, ein Halogen und einen Elektronendonator enthält, eine organische Aluminiumverbindungskomponente und eine Elektronendonorkomponente miteinander in Kontakt bringt; und einen festen Katalysator auf Metallocen-Basis, der erhalten wird, indem man eine Metallocenverbindung und eine Cokatalysatorkomponente auf einem teilchenförmigen Träger trägt. Diese Katalysatoren können in Kombination verwendet werden. Als derartige Katalysatoren können Katalysatoren und deren Her-

stellungsverfahren, die in der japanischen Patentanmeldungs-Offenlegungsschrift Nr. 2009-161735 beschrieben sind, verwendet werden.

[0082] Eine gewichtsgemittelte Teilchengröße des Olefinpolymerisationskatalysators beträgt normalerweise 5 bis 150 μm . Unter dem Gesichtspunkt des Verhinderns eines Streuens von Teilchen nach außerhalb der Vorrichtung, insbesondere in einem Dampfphasenpolymerisationsreaktor, wird eine gewichtsgemittelte Teilchengröße von 10 μm oder mehr vorzugsweise verwendet und diejenige von 15 μm oder mehr wird stärker bevorzugt verwendet. Es sei darauf hingewiesen, dass der Polymerisationskatalysator der vorliegenden Ausführungsform ein Additiv, wie z. B. ein Fluidisierungshilfsmittel oder ein Additiv zur Eliminierung statischer Elektrizität beinhalten kann. Für den Polymerisationskatalysator der vorliegenden Ausführungsform kann auch ein Kettenübertragungsmittel, wie z. B. Wasserstoff, in Kombination verwendet werden, um das Molekulargewicht des Polymers einzustellen.

[0083] Der vorstehend beschriebene Olefinpolymerisationskatalysator kann ein sogenannter vorbereitender Polymerisationskatalysator sein, der vorab mit einer geringen Menge Olefin polymerisiert wurde. Beispiele für das für die vorbereitende Polymerisation verwendete Olefin beinhalten das für die vorstehende Polymerisation verwendete Olefin. In diesem Fall kann eine Olefinart einzeln verwendet werden oder zwei oder mehr Olefinarten können in Kombination verwendet werden.

[0084] Beispiele für das Verfahren zur Herstellung eines vorbereitenden Polymerisationskatalysators beinhalten Suspensionspolymerisation, Dampfphasenpolymerisation. Unter diesen wird die Suspensionspolymerisation bevorzugt verwendet. In diesem Fall kann die Herstellung wirtschaftlich vorteilhafter sein. Die Herstellung kann unter Verwendung einer Polymerisation vom Chargentyp, semikontinuierlichen Typ und kontinuierlichen Typ erfolgen.

[0085] Eine gewichtsgemittelte Teilchengröße des vorbereitenden Polymerisationskatalysators beträgt normalerweise 5 bis 1000 μm . Unter dem Gesichtspunkt des Verhinderns eines Streuens der Teilchen nach außerhalb der Vorrichtung wird insbesondere für einen Dampfphasenpolymerisationsreaktor vorzugsweise eine gewichtsgemittelte Teilchengröße von 10 μm oder mehr verwendet und diejenige von 15 μm oder mehr wird stärker bevorzugt verwendet. Es ist vorzuziehen, eine geringere Menge des vorbereitenden Polymerisationskatalysators mit einer Teilchengröße von 20 μm oder weniger und insbesondere 10 μm oder weniger zu verwenden.

[0086] Es sei darauf hingewiesen, dass der Polymerisationskatalysator in den Polymerisationsreaktor eingebracht werden kann, indem man eine Suspension des Polymerisationskatalysators in einem Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel oder dergleichen bewirkt, oder weiter eingebracht werden kann, indem man bewirkt, dass er von einem Monomergas oder einem inerten Gas, wie z. B. Stickstoff, begleitet wird.

Verfahren zur Herstellung von Polyolefin

[0087] Als nächstes wird ein Verfahren zur Herstellung von Polyolefin unter Verwendung eines derartigen Systems beschrieben. Zunächst werden Polyolefinteilchen, die eine polymerisationsaktive Katalysatorkomponente enthalten, durch den Olefinvorpolymerisationsreaktor **5** unter Verwendung eines öffentlich bekannten Verfahrens und unter Verwendung eines Olefinpolymerisationskatalysators gebildet.

[0088] Andererseits wird in dem Olefinpolymerisationsreaktor **10A** ein Olefinmonomergas aus der Düse **40** über die Leitung **L30** zugeführt, der Druck desselben wird auf einen Polymerisationsdruck erhöht und das Innere des Zylinders **12** wird erwärmt. Der Polymerisationsdruck kann innerhalb eines Bereichs liegen, in dem Olefin in einer Dampfphase in dem Polymerisationsreaktor vorliegen kann, kann unter dem Gesichtspunkt der Produktivität Umgebungsdruck bis 10 MPaG, stärker bevorzugt 0,2 bis 8 MPaG, und noch mehr bevorzugt 0,5 bis 5 MPaG betragen. Die Polymerisationstemperatur kann je nach der Art des Monomers, dem Molekulargewicht des Produkts oder dergleichen variieren und ist gleich oder niedriger als ein Schmelzpunkt des Olefinpolymers und kann vorzugsweise um mindestens 10°C niedriger sein als der Schmelzpunkt. Konkret beträgt sie vorzugsweise 0 bis 120°C, stärker bevorzugt 20 bis 100°C und noch mehr bevorzugt 40 bis 100°C. Die Polymerisation wird vorzugsweise in einer Umgebung mit im Wesentlichen keinem Wassergehalt durchgeführt, um die Polymerisationsaktivität des Polymerisationskatalysators zu verbessern. Wenn Sauerstoff, Kohlenmonoxid oder Kohlendioxid im Überschuss in dem Polymerisationsreaktionssystem vorliegen, kann sich die Polymerisationsaktivität desselben verschlechtern.

[0089] Danach werden Polyolefinteilchen mit einer Teilchengröße in der Größenordnung von 0,5 bis 5,0 mm, die getrennt unter Verwendung eines öffentlich bekannten Verfahrens erhalten wurden, dem Zylinder **12** über eine Zufuhrleitung (nicht gezeigt), die mit der Leitung L5 verbunden ist, zugeführt. Dem Zylinder **12** zugeführte Polyolefinteilchen können oft keine polymerisationsaktive Katalysatorkomponente enthalten, doch die Polyolefinteilchen können auch eine polymerisationsaktive Katalysatorkomponente enthalten.

[0090] Wenn Polyolefinteilchen dem Zylinder **12** zugeführt werden, während ein Olefinmonomergas aus der Düse **40** zugeführt wird, bildet sich im Reaktionsbereich **25** eine Strahlschicht aus Polyolefinteilchen, wie in **Fig. 2** gezeigt. Das heißt, durch die Einwirkung des Gases aus der Gaseinströmungsöffnung **30o** wird ein Strahl in der Nähe der Mittelachse des Zylinders **12** in dem Reaktionsbereich **25** gebildet, in dem die Teilchenkonzentration gering ist, und ein nach oben gerichteter Teilchenstrom wird zusammen mit diesem Gas gebildet, während sich eine ringförmige Struktur darum herum bildet, in der Teilchen in Form eines sich bewegenden Betts unter dem Einfluss von Schwerkraft nach unten strömen, was eine kreisförmige Bewegung der Teilchen in dem Reaktionsbereich **25** zur Folge hat.

[0091] In einer Stufe, in der eine Strahlschicht in jedem Reaktionsbereich **25** gebildet wird, werden Polyolefinteilchen, die eine polymerisationsaktive Katalysatorkomponente enthalten, welche in dem Vorpolymerisationsreaktor **5** gebildet wurde, in einer konstanten Menge pro Zeiteinheit aus der Leitung L5 dem Zylinder **12** zugeführt, um einen stetigen Betrieb des Olefinpolymerisationsreaktors **10A** einzuleiten. Polyolefinteilchen, die die polymerisationsaktive Katalysatorkomponente enthalten, strömen fortlaufend durch das Fallrohr **35a** nach unten in den unteren Reaktionsbereich **25**, während sie in jedem Reaktionsbereich **25** wachsen, und werden schließlich aus dem Fallrohr **35b** ausgebracht.

[0092] Andererseits bildet ein Teil des Gases, das Olefinmonomer enthält, einen Strahl und strömt durch das Teilchenbett und der Rest des Gases verteilt sich über den Teilchenbettbereich mit der ringförmigen Struktur. Somit kommen das olefinhaltige Gas und Polyolefinteilchen in Feststoff/Gas-Kontakt miteinander, die Olefinpolymerisationsreaktion schreitet aufgrund der Einwirkung des Katalysators in den Polyolefinteilchen fort, was ein Wachsen der Polyolefinteilchen bewirkt.

[0093] Um in jedem Reaktionsbereich **25** eine stabile Strahlschicht zu bilden, wird vorzugsweise die folgende Betriebsbedingung erfüllt. Das heißt, dass eine oberflächliche Gasgeschwindigkeit U_0 eine minimale oberflächliche Gasgeschwindigkeit U_{ms} , bei der eine Strahlschicht gebildet werden kann, sein sollte oder darüber liegen sollte. Die minimale oberflächliche Gasgeschwindigkeit U_{ms} wird außer durch die Form des Polymerisationsreaktors zusätzlich durch die physikalischen Eigenschaften des verwendeten Pulvers oder Gases beeinflusst. Verschiedene Arten von Schätzgleichungen werden vorgeschlagen, um die minimale oberflächliche Gasgeschwindigkeit U_{ms} zu berechnen, und ein Beispiel dafür beinhaltet nachstehende Gleichung (1).

Gleichung 1

$$U_{ms} = \frac{d_p}{d_B} \left(\frac{d_A}{d_B} \right)^{1/3} \sqrt{\frac{2gL_S(\rho_S - \rho_G)}{\rho_G}} \times \left(\frac{\rho_G}{\rho_{AIR}} \right)^{0.2} \dots (1)$$

[0094] In der Gleichung bezeichnet der Referenzbuchstabe d_p eine Teilchengröße, ρ_S bezeichnet eine Teilchendichte, ρ_G bezeichnet eine Gasdichte unter der Druck- und Temperaturbedingung des Reaktionsbereichs, ρ_{AIR} bezeichnet eine Luftdichte unter der Raumtemperaturbedingung und L_S bezeichnet eine Höhe der Strahlschicht.

[0095] Eine Strahlschichthöhe L_S in dem Reaktionsbereich **25** ist gleich oder niedriger als eine maximale Strahlschichthöhe $L_{S_{MAX}}$, innerhalb derer eine Strahlschicht gebildet werden kann, und es liegt keine besondere Beschränkung vor, solange sie gleich oder niedriger als eine maximale Strahlschichthöhe $L_{S_{MAX}}$ ist. Verschiedene Schätzgleichungen werden für die maximale Strahlschichthöhe $L_{S_{MAX}}$ vorgeschlagen und ein Beispiel dafür beinhaltet nachstehende Gleichung (2).

Gleichung 2

$$\frac{L_{S_{MAX}}}{d_B} = \frac{d_B}{d_A} \left\{ 0.218 + \frac{0.005(\rho_S - \rho_G)gd_A}{\rho_G u_i u_{mf}} \right\} \dots (2)$$

[0096] In der Gleichung bezeichnet der Referenzbuchstabe u_t die Teilchenendgeschwindigkeit und u_{mf} bezeichnet eine minimale Fluidisierungsgeschwindigkeit.

[0097] Die Strahlschichthöhe L_S ist unter dem Gesichtspunkt der Volumeneffizienz und der Bildung einer stabileren Strahlschicht vorzugsweise höher als das zylindrische Leitblech **30**.

[0098] Wie in **Fig. 1** gezeigt, kann das gesamte oder ein Teil des aus dem Olefinpolymerisationsreaktor extrahierten olefinhaltigen Gases kondensiert werden, um ein Kondensat zu erhalten, und das Kondensat kann aus der Düse **50** der mittleren Stufe des Zylinders **12** dem Zylinder **12** zugeführt werden. In diesem Fall ist es möglich, das in der Polymerisationsreaktion verbrauchte Olefinmonomer nachzufüllen. Zusätzlich kann, wenn das flüssige Olefinmonomer in dem Zylinder **12** verdampft ist, die Wärme der Polyolefinteilchen auch durch latente Verdampfungswärme abgeführt werden. Unter der Mehrzahl von Reaktionsbereichen **25** in dem Zylinder **12** gilt, je höher die Position des Reaktionsbereichs **25** ist, desto höher wird die Temperatur wahrscheinlich aufgrund von Reaktionswärme, was einen Temperaturunterschied zum unteren Reaktionsbereich **25** ergibt. Somit ist es möglich, durch Zufuhr eines flüssigen Olefinmonomers aus der Düse **50**, die in der mittleren Stufe des Zylinders **12** vorgesehen ist, den Temperaturunterschied auf ein Minimum zu steuern und die Temperatur zu vereinheitlichen.

[0099] Gemäß dem Olefinpolymerisationsreaktor **10A** gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird in dem Zylinder **12** eine mehrstufige Strahlschicht gebildet, was es ermöglicht, eine Verweilzeitverteilung der Teilchen einzugrenzen. Deshalb ist es bei kontinuierlicher Herstellung eines Olefinpolymers möglich, eines mit hervorragender Gleichmäßigkeit in der Polymerstruktur herzustellen. Wenn sich die Herstellungsbedingung ändert, ist es möglich, polymerisierte Polyolefinteilchen leicht aus dem Inneren des Behälters auszutragen, bevor die Bedingung geändert wird, und dadurch die Menge an nicht-konformen Produkten ausreichend zu verringern.

[0100] Insbesondere ist es gemäß der vorliegenden Ausführungsform möglich, da das obere Ablenkelement **22** und das untere Ablenkelement **21** bereitgestellt sind, effektiv zu bewirken, dass Teilchen, die aus der Strahlschicht heraustreten, in die Strahlschicht zurückkehren, leicht die Einheitlichkeit der Verweilzeitverteilung der Teilchen zu verbessern und des Weiteren ein Anhaften oder Ablagern von Teilchen an der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des unteren Ablenkelements **21** durch Teilchen, die von zwischen dem unteren Ablenkelement **21** und dem oberen Ablenkelement **22** herausströmen, zu verhindern.

[0101] Es sei darauf hingewiesen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die vorstehende Ausführungsform beschränkt ist. Obwohl in der vorstehenden Ausführungsform ein Fall veranschaulicht wurde, bei dem das Fallrohr **35a** als Transportiervorrichtung zum Transport von Partikeln aus dem Reaktionsbereich auf der stromaufwärts gelegenen Seite zu dem Reaktionsbereich auf der stromabwärts gelegenen Seite verwendet wird, können Polyolefinteilchen z. B. stattdessen unter Verwendung eines Auswurfsystems transportiert werden. Des Weiteren kann eine Transportiervorrichtung, die als Double Dumper- oder Double Bubble-System bezeichnet wird, zum Transport von Pulver durch Bereitstellung von zwei voneinander beabstandeten Öffnungs-/Verschlussventilen in dem Kanal verwendet werden.

[0102] Die vorstehende Ausführungsform veranschaulicht einen Olefinpolymerisationsreaktor, in dem fünfstufige Strahlschichten in vertikaler Richtung gebildet werden, aber die Anzahl an Stufen der Strahlschichten ist nicht darauf beschränkt und die Anzahl an Stufen kann in der Einzahl sein. Die Anzahl an Stufen der Strahlschichten beträgt vorzugsweise drei oder mehr, und stärker bevorzugt sechs oder mehr unter dem Gesichtspunkt der Verwirklichung einer ausreichenden Pfropfenströmung. In der vorstehenden Ausführungsform entspricht jede Kombination eines Teils des Zylinders (röhrenförmiger Bereich) **12**, des zylindrischen Leitblechs **30**, des unteren Ablenkelements **21** und des oberen Ablenkelements **22** einer Stufe der Strahlschicht.

[0103] Des Weiteren müssen die mehrstufigen Strahlschichten nicht immer in vertikaler Richtung ausgebildet sein und es ist auch möglich, eine Mehrzahl von Polymerisationsreaktoren einzubauen, wobei in jedem davon eine einstufige Strahlschicht in der horizontalen Richtung gebildet wird, und diese Polymerisationsreaktoren in Reihe zu schalten. Hinsichtlich des Geräteaufbaus und des Betriebssteuerungsverfahrens ist es vorzuziehen, ein Fassungsvermögen für jede Stufe der Vorrichtung zu konzipieren, so dass die gebildete Polyolefinmenge in jeder Stufe (einschließlich dem Olefinpolymerisationsreaktor **5**) einheitlicher wird, um die Verweilzeitverteilung von Polyolefinteilchen einzugrenzen und das Stocken von Polyolefinteilchen und die Verweilzeit zu steuern.

[0104] In der vorstehenden Ausführungsform wurde ein Fall veranschaulicht, bei dem die Düse **50** zur Zufuhr von Flüssigkeit in der Nähe der Gaseinströmungsöffnung **30o** des zylindrischen Leitblechs **30** der zweiten

Stufe von oben positioniert ist, aber die Positionen und die Anzahl der Düsen **50** zur Zufuhr von Flüssigkeit können nach Bedarf entsprechend der Art der hergestellten Polyolefinteilchen oder dergleichen festgelegt werden. Wenn z. B. die Temperatur jedes Reaktionsbereichs **25** auf andere Weise vereinheitlicht werden kann, muss die Düse **50** zur Zufuhr von Flüssigkeit nicht immer angebracht sein, und die Düsen **50** zur Zufuhr von Flüssigkeit können jeweils in der Nähe der Gaseinströmungsöffnungen **30o** aller zylindrischen Leitbleche **30** angeordnet sein.

[0105] In der vorstehenden Ausführungsform wird der Zylinder **12** als der röhrenförmige Bereich verwendet, aber die vorliegende Erfindung kann auch unter Verwendung einer Vierkantröhre oder dergleichen ausgeführt werden.

Beispiele

Beispiel 1

[0106] Um eine Situation zu beobachten, bei der Teilchen an dem oberen Ablenkelement **22** und dem unteren Ablenkelement **21** des Olefinpolymerisationsreaktors gemäß der vorliegenden Erfindung anhaften, wurde ein zylindrischer Kaltmodell-Apparat aus transparentem Vinylchloridharz hergestellt, in dem eine einstufige Strahlschicht in dem Zylinder **12** gebildet werden konnte. Dieser Apparat beinhaltet das umgekehrt konische zylindrische Leitblech **30** mit der Gaseinströmungsöffnung **30o** und das untere Ablenkelement **21** sowie das darüber befindliche obere Ablenkelement **22**, welche alle koaxial in dem Zylinder **12** angeordnet sind.

[0107] Der Innendurchmesser D0 des Zylinder-Kaltapparats betrug 500 mm, der Durchmesser D1 der Gaseinströmungsöffnung am unteren Ende des zylindrischen Leitblechs betrug 75 mm. Deshalb betrug im vorliegenden Beispiel das Verhältnis (D1/D0) des Durchmessers D1 der Gaseinströmungsöffnung zu dem Innendurchmesser D0 des Zylinders 0,15.

[0108] Man nahm an, dass der von der Innenoberfläche des zylindrischen Leitblechs zu der horizontalen Ebene gebildete Neigungswinkel und der von den Außenoberflächen des oberen und des unteren Ablenkelements zu der horizontalen Ebene gebildete Neigungswinkel alle 65° betragen. Das untere Ablenkelement **21** hatte eine Form eines sich verjüngenden Rohrs, welches nach oben hin dünner wird, und hatte eine Öffnung in der Mittelachse. Der Außendurchmesser D3 der Öffnung betrug 264 mm und der Außendurchmesser D2 des unteren Ablenkelements am unteren Ende betrug 264 mm. Das obere Ablenkelement **22** hat eine hohle konische Form, ein unteres Ende desselben war offen und ein oberes Ende desselben war geschlossen. Der Außendurchmesser D4 am unteren Ende betrug 142 mm. Des Weiteren befand sich das untere Ende des unteren Ablenkelements **21** 400 mm oberhalb des oberen Endes des zylindrischen Leitblechs **30** in vertikaler Richtung und das untere Ende **22b** des oberen Ablenkelements **22** befand sich unterhalb des oberen Endes **21a** des unteren Ablenkelements **21**, wie in **Fig. 3** gezeigt, und der kürzeste Abstand zwischen dem unteren Ablenkelement **21** und dem oberen Ablenkelement **22** betrug 15 mm.

[0109] Luft mit 5 bis 15°C mit einer relativen Feuchte von weniger als 50% wurde aus der vorstehend genannten Gaseinströmungsöffnung des zylindrischen Leitblechs mit 6,1 m³ pro Minute zugeführt. Als Teilchen wurden Polypropylenteilchen mit einer mittleren Teilchengröße von 965 µm verwendet (ein volumenbasierter 50% Durchmesser, gemessen unter Verwendung eines Laserbeugungs-Teilchengrößenanalysegeräts HELOS&RODOS, hergestellt von Sympatec GmbH, wurde als die mittlere Teilchengröße angenommen). Der Reaktionsbereich **25** wurde mit 30 kg Polypropylenteilchen befüllt, das Gas mit der vorstehend beschriebenen Strömungsrate wurde aus der Gaseinströmungsöffnung **30o** des zylindrischen Leitblechs **30** zugeführt und dadurch wurde eine Strahlschicht in dem Reaktionsbereich **25** gebildet.

[0110] Der Fluidisierungszustand der Strahlschicht wurde von außen beobachtet. Einige Teilchen, die aus der Strahlschicht austraten, prallten von der unteren Oberfläche des unteren Ablenkelements **21** ab, um zu der Strahlschicht zurückzukehren, einige andere Teilchen traten durch die Öffnung des unteren Ablenkelements **21** aus, prallten von der unteren Oberfläche des oberen Ablenkelements **22** ab und liefen entlang der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des unteren Ablenkelements **21** nach unten. Das Anhaften von Teilchen an dem unteren Ablenkelement **21** wurde selbst 10 Minuten, nachdem mit der Bildung der Strahlschicht begonnen worden war, nicht beobachtet. Dies deutete darauf hin, dass Teilchen, die von der Innenoberfläche (untere Oberfläche) des oberen Ablenkelements **22** abprallten, entlang der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des unteren Ablenkelements **21** geströmt sein könnten, um dadurch eine Reinigungswirkung auszuüben. Nur geringfügiges Anhaften aufgrund von statischer Elektrizität wurde an der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des oberen Ablenkelements **22** beobachtet.

Beispiel 2

[0111] Wie in **Fig. 2** gezeigt, wurden die gleichen Bedingungen wie die von Beispiel 1 verwendet, mit der Ausnahme, dass sich das untere Ende **22b** des oberen Ablenkelements **22** oberhalb des oberen Endes **21a** des unteren Ablenkelements **21** befand und der Abstand zwischen dem unteren Ende **22b** des oberen Ablenkelements **22** und dem oberen Ende **21a** des unteren Ablenkelements **21** in vertikaler Richtung auf 60 mm eingestellt wurde. Ein Anhaften von Teilchen an der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des oberen Ablenkelements und der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des unteren Ablenkelements wurde 10 Minuten, nachdem mit der Bildung der Strahlschicht begonnen worden war, nicht beobachtet.

Beispiel 3

[0112] Unterschiede zu Beispiel 2 sind, dass ein sich nach oben erstreckendes gerades Rohr **21s** am oberen Ende des unteren Ablenkelements **21** bereitgestellt wurde, wie in **Fig. 4** gezeigt, und dass der Abstand zwischen dem unteren Ende des oberen Ablenkelements **22** und dem oberen Ende des geraden Rohrs **21s** in vertikaler Richtung auf 65 mm eingestellt wurde. Die Länge des geraden Rohrs **21s** betrug 75 mm. Ein Anhaften von Teilchen an der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des oberen Ablenkelements und der Außenoberfläche (obere Oberfläche) des unteren Ablenkelements wurde 10 Minuten, nachdem mit der Bildung der Strahlschicht begonnen worden war, nicht beobachtet.

Vergleichsbeispiel 1

[0113] Die gleichen Bedingungen wie die von Beispiel 1 wurden verwendet, mit der Ausnahme, dass kein oberes Ablenkelement verwendet wurde und anstelle der sich verjüngenden Röhrenform das untere Ablenkelement **21** eine hohle konische Form hatte, bei der nur das untere Ende offen war. Ein Anhaften einer beträchtlichen Menge Teilchen an der gesamten Außenoberfläche (obere Oberfläche) des unteren Ablenkelements aufgrund von statischer Elektrizität wurde 10 Minuten, nachdem mit der Bildung der Strahlschicht begonnen worden war, beobachtet.

Referenzzeichenliste

[0114] **10A, 10B, 10C** ... Olefinpolymerisationsreaktor, **12** ... Zylinder (röhrenförmiger Bereich), **20** ... Ablenkelement, **25** ... Reaktionsbereich, **30** ... zylindrisches Leitblech (sich verjüngender Bereich), **L31** ... Teilchenextraktionsrohr (Transportiervorrichtung), **32** ... Auswurfapparat (Transportiervorrichtung), **L33** ... Teilchenzufuhrrohr (Transportiervorrichtung), **35a, 35b** ... Fallrohr (Transportiervorrichtung), **L38** ... Gaszufuhrrohr, **80** ... Öffnungs-/Verschlussventil, **100A, 100B, 1000** ... Polyolefinherstellungssystem

Patentansprüche

1. Ein Olefinpolymerisationsreaktor, umfassend:
einen röhrenförmigen Bereich, der sich in einer vertikalen Richtung erstreckt;
einen in dem röhrenförmigen Bereich angeordneten sich verjüngenden Bereich, wobei ein Innendurchmesser des sich verjüngenden Bereichs nach unten hin abnimmt, und welcher eine vertikal penetrierende Öffnung an einem unteren Ende desselben umfasst;
ein röhrenförmiges unteres Ablenkelement, das oberhalb der Öffnung des sich verjüngenden Bereichs angeordnet ist, wobei ein Außendurchmesser des röhrenförmigen unteren Ablenkelements nach unten hin zunimmt und ein unteres Ende desselben von einer Innenwand des röhrenförmigen Bereichs beabstandet ist, und welches eine vertikal penetrierende Öffnung an einem oberen Ende desselben umfasst; und
ein oberes Ablenkelement, das oberhalb der Öffnung des unteren Ablenkelements angeordnet ist, wobei ein Außendurchmesser des oberen Ablenkelements nach unten hin zunimmt, ein oberes Ende desselben geschlossen ist, ein unteres Ende desselben von der Innenwand des röhrenförmigen Bereichs beabstandet ist und ein Außendurchmesser am unteren Ende gleich oder größer als ein Innendurchmesser der Öffnung des unteren Ablenkelements ist.
2. Der Polymerisationsreaktor nach Anspruch 1, wobei sich das untere Ende des oberen Ablenkelements unter dem oberen Ende des unteren Ablenkelements befindet.
3. Der Polymerisationsreaktor nach Anspruch 1, wobei sich das untere Ende des oberen Ablenkelements oberhalb des oberen Ende des unteren Ablenkelements befindet.

4. Der Polymerisationsreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Innendurchmesser der Öffnung des unteren Ablenkelements das 0,5- bis 2-fache des Innendurchmessers der Öffnung des sich verjüngenden Bereichs beträgt.

5. Der Polymerisationsreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Außendurchmesser des oberen Ablenkelements am unteren Ende gleich oder kleiner als das 3-fache des Innendurchmessers der Öffnung des unteren Ablenkelements ist.

6. Der Polymerisationsreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Außendurchmesser des unteren Ablenkelements am unteren Ende das 0,35- bis 0,65-fache des Innendurchmessers des röhrenförmigen Bereichs beträgt.

7. Der Polymerisationsreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, weiter umfassend einen Abschnitt zur Zufuhr von flüssigem Olefin, welcher bewirkt, dass flüssiges Olefin mit der Außenoberfläche des oberen Ablenkelements in Kontakt kommt.

8. Der Polymerisationsreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, umfassend eine Mehrzahl von Kombinationen des röhrenförmigen Bereichs, des sich verjüngenden Bereichs, des unteren Ablenkelements und des oberen Ablenkelements.

9. Der Polymerisationsreaktor nach Anspruch 8, wobei die Mehrzahl von Kombinationen in vertikaler Richtung angeordnet sind.

10. Der Polymerisationsreaktor nach Anspruch 8 oder 9, weiter umfassend Transportiereinrichtungen zum Transport von Polyolefinteilchen von einer der Kombinationen zu einer anderen der Kombinationen.

11. Der Polymerisationsreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei ein von der Außenoberfläche des unteren Ablenkelements zu einer horizontalen Ebene gebildeter Neigungswinkel größer ist als ein Schüttwinkel von Polyolefinteilchen in dem Zylinder.

12. Der Polymerisationsreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei ein von der Außenoberfläche des oberen Ablenkelements zu einer horizontalen Ebene gebildeter Neigungswinkel größer ist als ein Schüttwinkel von Polyolefinteilchen in dem Zylinder.

13. Der Polymerisationsreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Außenoberfläche des oberen Ablenkelements eine konische Oberfläche ist.

14. Der Polymerisationsreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Außenoberfläche des unteren Ablenkelements Teil einer konischen Oberfläche ist.

15. Der Polymerisationsreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 14, umfassend ein gerades Rohr, das sich in vertikaler Richtung am oberen Ende des unteren Ablenkelements nach oben erstreckt.

16. Der Polymerisationsreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 15, umfassend ein gerades Rohr, das sich in vertikaler Richtung am unteren Ende des oberen Ablenkelements nach unten erstreckt.

17. Ein Verfahren zur Herstellung von Polyolefin, bei welchem eine Strahlschicht aus Polymerteilchen auf dem sich verjüngenden Bereich in dem Polymerisationsreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 16 gebildet wird, um Olefin zu polymerisieren.

18. Ein Verfahren zur Herstellung von Polyolefin, umfassend:
einen Schritt der kontinuierlichen Zufuhr von Olefin zu dem Olefinpolymerisationsreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 16, des kontinuierlichen Extrahierens eines nicht umgesetztes Olefin enthaltenden Gases aus dem Olefinpolymerisationsreaktor und des Rückführens des gesamten oder eines Teils des extrahierten Gases in den Olefinpolymerisationsreaktor;
einen Schritt des Abkühlens des gesamten oder eines Teils des extrahierten Gases und des Erhalts eines Olefin enthaltenden Kondensats; und
einen Schritt der Zufuhr des Kondensats zu der Außenoberfläche des oberen Ablenkelements.

19. Ein Polyolefinherstellungssystem, umfassend:

einen Olefinvorpolymerisationsreaktor, der Olefin in Gegenwart eines Olefinpolymerisationskatalysators polymerisiert und Polyolefinteilchen bildet; und den Olefinpolymerisationsreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 16, der stromabwärts von dem Olefinvorpolymerisationsreaktor angeschlossen ist.

20. Ein Verfahren zur Herstellung von Polyolefin, bei welchem Olefin unter Verwendung des Polyolefinherstellungssystems nach Anspruch 19 polymerisiert wird.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

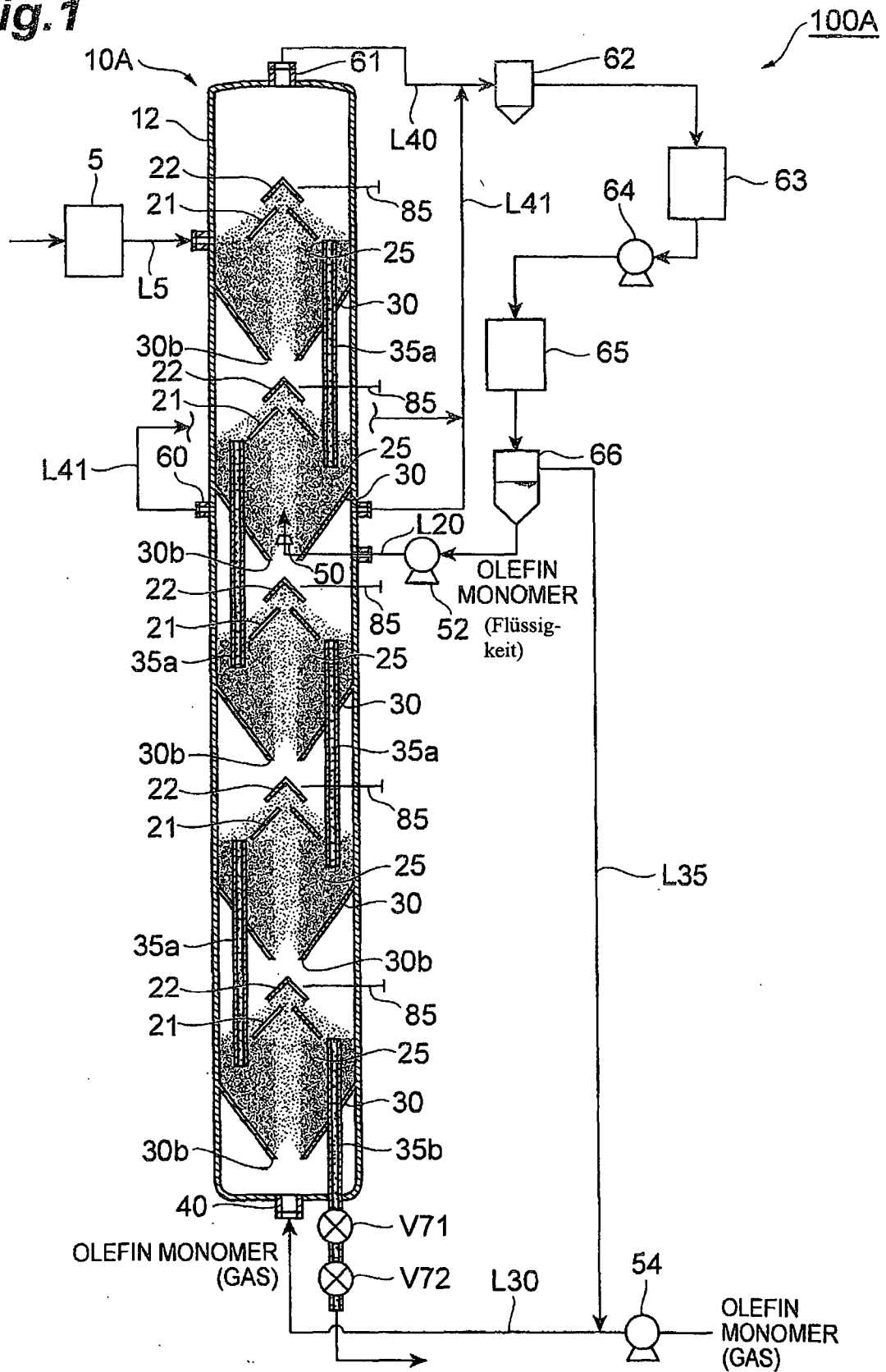


Fig. 2

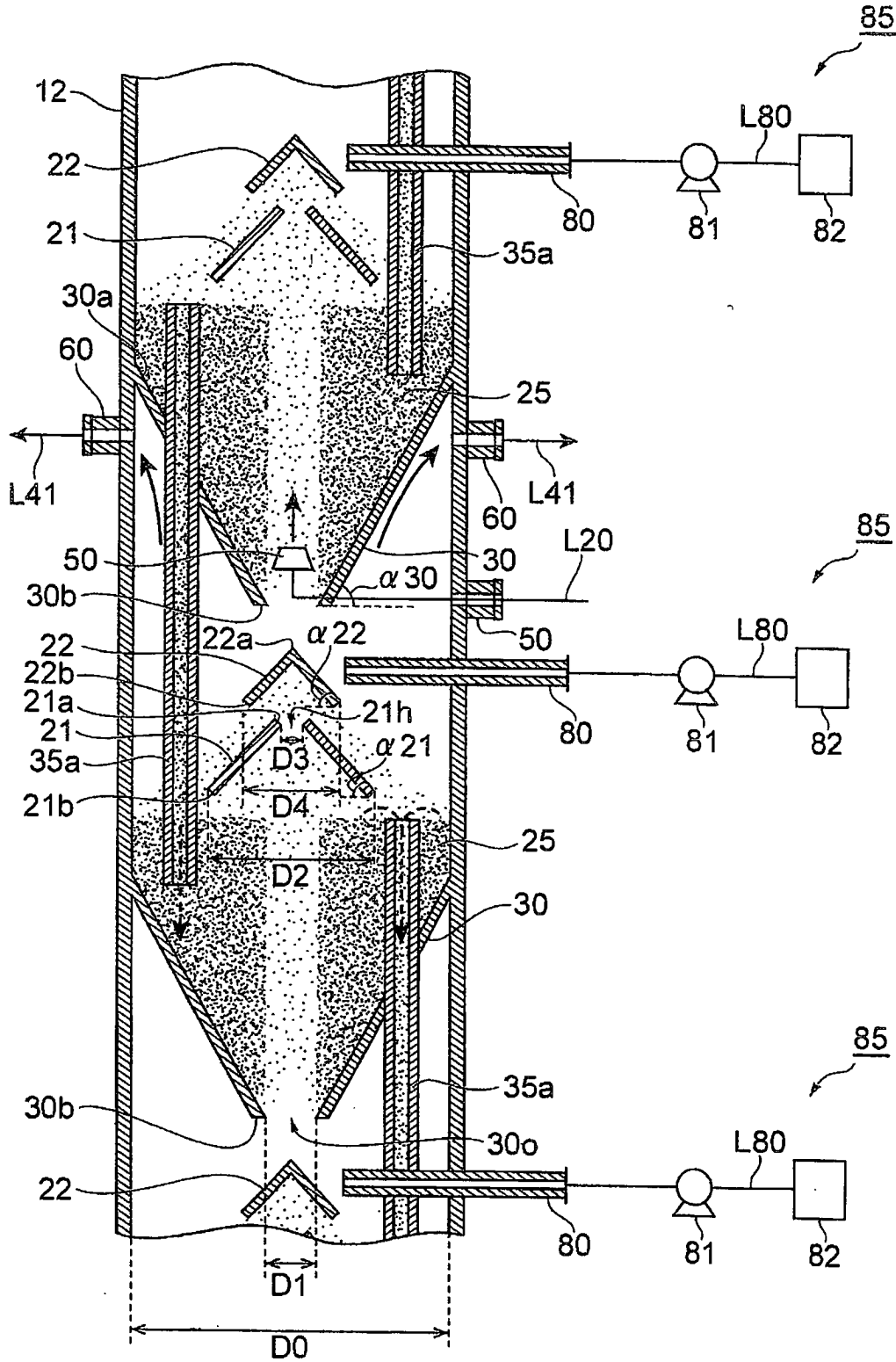


Fig.3

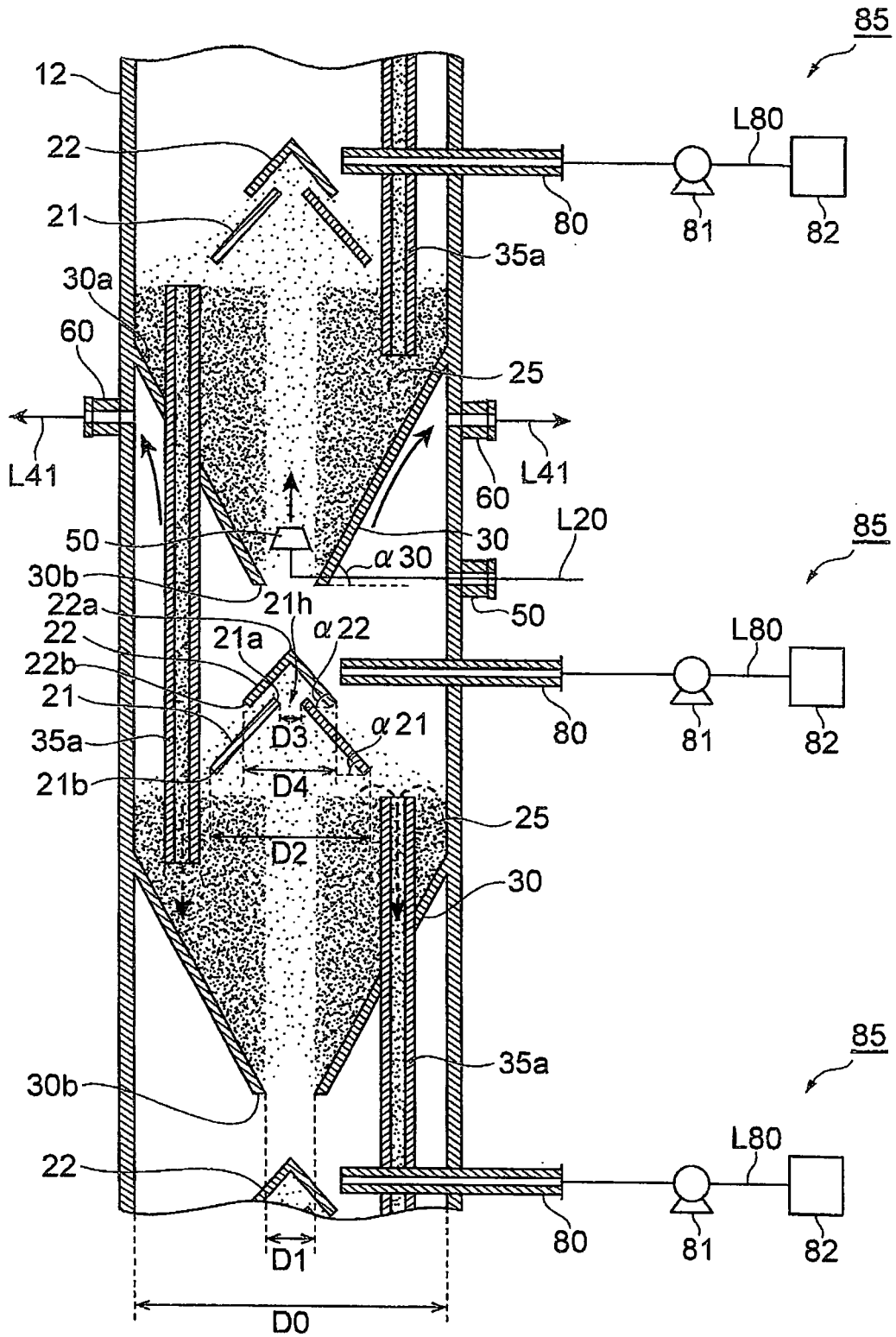


Fig.4

