



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 699 06 417 T2 2004.01.08

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 963 785 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 699 06 417.1

(96) Europäisches Aktenzeichen: 99 201 394.6

(96) Europäischer Anmeldetag: 04.05.1999

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 15.12.1999

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 02.04.2003

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 08.01.2004

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: B01J 8/00  
B01J 8/06

(30) Unionspriorität:  
98303681 12.05.1998 EP

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE, ES, FR, GB, IT, NL

(73) Patentinhaber:  
Cat Tech Inc., Pasadena, Tex., US

(72) Erfinder:  
Harper, Jamie Stewart, Scunthorpe, North  
Lincolnshire DN17 3BY, GB; Thew, Karl Barry,  
Scunthorpe, North Lincolnshire DN17 3BY, GB

(74) Vertreter:  
BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen

(54) Bezeichnung: Vorrichtung zum füllen von Reaktorröhren

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

[0001] Diese Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Verwenden derselben zum Beschicken eines Mehrrohrreaktors mit Festteilchen, insbesondere Katalysatorteilchen.

### Hintergrund der Erfindung

[0002] Ein sogenannter Mehrrohrreaktor ist im wesentlichen ein Hülse- und -Rohr-Tauscher, der bis zu mehreren Tausend oder sogar Zehntausend im wesentlichen vertikaler Reaktorrohre innerhalb seiner Hülse hat, wobei jedes Reaktorrohr ein Festbett aus Katalysatorteilchen enthält und extern von einem Fluid gekühlt wird, das zwischen den Rohren in der Hülse zirkuliert. Mehrrohrreaktoren werden für hoch exotherme Reaktionen benutzt, so wie der Epoxidation von Ethylen. Während die Querschnitte der Reaktorrohre relativ gering sind (so wie 20-50 mm) ist ihre Länge groß (so wie 1.5 bis 20 in). Innerhalb der Reaktorhülse werden die Reaktorrohre von einem oberen und einem unteren Rohrboden zusammengehalten. Oberhalb des Rohrbodens bildet die Reaktorhülse einen oberen Dom, in dem Wartungsarbeiten durchgeführt werden können, so wie das Beschicken und Entladen der Reaktorrohre mit Katalysator. Bei manchen Reaktoren ist der obere Dom entfernbare.

[0003] Das Beschicken oder Entladen der Vielzahl enger und langgestreckter Reaktorrohre mit Katalysator, dessen Teilchen allgemein nicht sehr viel kleiner sind als der Innendurchmesser der Rohre, ist schwierig und zeitraubend. Eine gleichmäßige Verteilung der Katalysatorteilchen innerhalb jedes Rohres und zwischen allen Rohren ist sehr wichtig, jedoch schwierig zu erreichen. Während des Beschickens ist es wesentlich, daß die Anzahl der Teilchen, die in das Reaktorrohr gleichzeitig eintreten, multipliziert mit ihrer größten Abmessung, klein genug in Relation zu dem Innendurchmesser des Reaktorrohres ist, um so den Zustand zu verhindern, der als "Brückenbildung" bekannt ist. "Brückenbildung" tritt auf, wenn mehrere Teilchen gleichzeitig in das Rohr eintreten und herabfallen, sich an einem Teil des Weges nach unten im Ruhr verkeilen und einen Leerraum unterhalb hinterlassen – was zu ungleichmäßig und unvollständig beschickten Rohren führt. Wenn die langgestreckten Reaktorrohre, wie sie oben beschrieben sind, beschickt werden, ist es das beste, sicherzustellen, daß die Teilchen in diese Rohre nacheinander einzeln eintreten. Eine weitere Forderung, insbesondere bei der Ethylen-Epoxidationsreaktion, welche gasförmige Reaktionsprodukte umfaßt und die sehr exotherm abläuft, ist, daß ein kleiner oberer Abschnitt jedes Reaktorrohres frei von Katalysator gehalten wird.

[0004] In der Vergangenheit war es üblich, tatsächlich einen Trichter an das obere Ende jedes Reaktorrohres zu bringen und die Teilchen in die einzelnen Rohre zu gießen. Eine solche Prozedur ist heute nicht akzeptabel, wegen der großen Anzahl von Roh-

ren, die befällt werden muß.

[0005] Die US-A-3,223,490, die am 14. Dezember 1965 ausgegeben wurde, offenbart eine Beschickungsvorrichtung für Reaktorrohre, die aufweist (a) eine perforierte Platte, die auf den Reaktorrohren ruht, wobei die Perforationen dem Muster und Abstand der Reaktorrohre entsprechen; und (b) Füllrohre, eines für jedes Reaktorrohr, welche in der perforierten Platte stecken und sich in die entsprechenden Reaktorrohre erstrecken. In Betrieb wird Katalysator auf die perforierte Platte aufgeschüttet, und die Platte wird durch einen Vibrationsmechanismus geschüttelt, was bewirkt, daß die Katalysatorteilchen eines nach dem anderen durch die Füllrohre und die Reaktorrohre laufen. Dieselbe Veröffentlichung fügt hinzu, daß die Füllrohre in einer solchen Länge hergestellt werden, daß, wenn sie bis zu oberen oberen Ende mit Katalysator beladen und dann von den Reaktorrohren entfernt werden, ihr Inhalt die Reaktorrohre bis zu einem bestimmten Punkt unterhalb deren Oberseite befüllt.

[0006] Die GB-B-216209, ausgegeben am 1. Februar 1989, offenbart auch eine Füllvorrichtung für Reaktorrohre, die aus einer Platte besteht, welche auf den Reaktorrohren ruht, und Füllrohren, die in der Platte stecken und sich in die entsprechenden Reaktorrohre erstrecken. Der Unterschied zu dem ersten Dokument besteht darin, daß die Füllrohre fest mit der Platte verbunden sind und daß ein Vibriermechanismus nicht angesprochen ist. Die Funktion der Vorrichtung nach diesem Dokument ist es, sicherzustellen, daß alle Reaktorrohre zu einem festen Niveau unterhalb ihrer Oberseite befüllt werden. Das Phänomen der Brückenbildung ist nicht angesprochen.

[0007] Die obigen Beschickungsvorrichtungen für Katalysator haben schwerwiegende Nachteile. Insbesondere sind sie nicht flexibel, da eine Platte und ihre zugeordneten Füllrohre nur in einem Mehrrohrreaktor derselben Größe und Form benutzt werden können, der dieselbe Anzahl, dasselbe Muster, denselben Abstand und Durchmesser bei den Reaktorrohren hat. Sie sind auch groß, schwer und mühsam zu transportieren und in den oberen Reaktordom hineinzubringen.

[0008] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein viel einfacheres und flexibleres Beschickungssystem für Mehrrohrreaktoren bereitzustellen. Diese Aufgabe wird gelöst, indem eine Vielzahl diskreter polygonaler Platten, wie hiernach definiert, benutzt wird, um die obere Rohrplatte in einer zweidimensionalen Anordnung dicht zu bepacken, d. h. um vollständig irgendeine Form und Größe der oberen Rohrplatte abzudecken, in derselben Weise wie Kacheln benutzt werden, um einen Boden zu bedecken. Zusammen bilden die polygonalen Platten eine außerordentlich einfache und flexible Mehrrohr-Beschickungsvorrichtung.

## Zusammenfassung der Erfindung

[0009] Die vorliegende Erfindung stellt eine Beschickungsvorrichtung zum Verteilen von festen Teilchen in einem Mehrrohrreaktor zur Verfügung, bei dem die Reaktorrohre im wesentlichen vertikal sind und von einem oberen und einem unteren Rohrboden zusammengehalten werden, wobei die Beschickungsvorrichtung eine Vielzahl benachbarter polygonaler, d. h. dreieckiger, viereckiger oder sechseckiger Platten aufweist, wobei jede polygonale Platte zwischen 1 und ,0 Löcher hat, wobei jedes Loch einem Reaktorrohr entspricht, wobei jedes Loch einen Durchmesser hat, der nicht größer als 95% des Innendurchmessers des Reaktorrohres und nicht kleiner als das 1.1-fache der größten Abmessung eines einzelnen Teilchens, das eingefüllt werden soll, ist, wobei die polygonalen Platten auch Befestigungsmittel zum Halten der Löcher in Übereinstimmung mit den entsprechenden Reaktorrohren aufweisen.

[0010] Die vorliegende Erfindung stellt auch ein Verfahren zum Einfüllen fester Teilchen in einem Mehrrohrreaktor zur Verfügung, wobei die Reaktorrohre einen Innendurchmesser von wenigstens dem Zweifachen des Durchmessers eines einzelnen Teilchens, das eingefüllt werden soll, haben, wobei der Reaktor einen oberen Rohrboden hat, der die oberen Enden der Vielzahl der Reaktorrohre zusammenhält, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:  
a) Positionieren einer Beschickungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 auf der Oberseite des oberen Rohrbodens, so daß die kombinierten polygonalen Platten im wesentlichen den oberen Rohrboden abdecken und ihre Löcher den Reaktorrohren entsprechen;  
b) Gießen der Teilchen über die kombinierten polygonalen Platten, welche den Rohrboden überdecken;  
c) Kehren der Teilchen durch die Löcher in den Platten in die jeweiligen Reaktorrohre, wodurch die Teilchen die Reaktorrohre in einer gleichmäßigen Weise füllen und Brückenbildung verhindert wird;  
d) Entfernen von Restteilchen und jeglichem Staub, der auf und zwischen den Rändern verbleibt; und e) Entfernen der Beschickungsvorrichtung.

## Genaue Beschreibung der Erfindung

[0011] Jede polygonale Platte der Beschickungsvorrichtung gemäß der Erfindung ruht auf dem oberen Boden des Mehrrohrreaktors, wobei ihr Loch oder Löcher, deren Anzahl bis zu 30 beträgt, entsprechenden Oberseiten von Reaktorrohren entspricht und sie an ihrem Platz durch Befestigungsmittel gehalten wird.

[0012] Der Innendurchmesser einer Löcher der polygonalen Platte wird in Relation zu den Teilchen, die gehandhabt werden sollen, gewählt, um so sicherzustellen, daß Brückenbildung vermieden wird. Um Brückenbildung zu vermeiden, sollte die Anzahl der Teilchen, die zu irgendeinem Zeitpunkt in ein Reak-

torrohr eintreten, multipliziert mit ihrer größten Abmessung, wesentlich geringer sein als der Innendurchmesser des Reaktorrohrs. In der Praxis treten die Teilchen in das Reaktorrohr eines nach dem anderen ein. Grob gesprochen ist der Innendurchmesser eines Loches nicht größer als 95% des Innendurchmessers des Reaktorrohrs und nicht kleiner als das 1.1-fache des größten Abmessung der Teilchen, die eingefüllt werden sollen, jedoch ist er zweckmäßiger von 1.2 bis 2.0 mal der größten Abmessung dieser Teilchen.

[0013] Die Befestigungseinrichtung zum Halten des Loches oder der Löcher in Übereinstimmung mit dem jeweiligen Reaktorrohr oder den Rohren kann im Prinzip so gewählt werden, daß sie einzeln für jedes Loch oder gemeinsam für die gesamte Vorrichtung ist. Es gibt viele mehr oder weniger einfache Möglichkeiten, dieses Mittel zu bewirken. Natürlich wird, je einfacher die Befestigungseinrichtung ist, desto einfacher die Bedienung sein, und aus diesem Grund sind Schrauben und Bolzen nicht bevorzugt. Zweckmäßigerweise ist die Befestigungseinrichtung ein Einsatz, der sich von der Kante des Loches in den oberen Bereich des Reaktorrohres erstreckt und eine Länge von 0.5 cm bis 1.5 Meter hat. Die Form eines solchen Einsatzes kann irgendeine sein, von wenigstens einem Dorn bis zu einem kompletten Rohr, einschließlich Zwischenformen, wie einem Halbrohr.

[0014] Bevorzugt ist die Befestigungseinrichtung ein Einsatz in der Form eines Rohres oder eines Halbrohres mit demselben oder einem kleineren Innendurchmesser als das Loch in der Platte, und sie erstreckt sich von ihrer Kante in das Reaktorrohr. Natürlich wird, je länger dieser Einsatz ist, das Befüllen um so langsamer sein und der Leerraum, der in dem oberen Teil des Rohres verbleibt, wenn der Einsatz zurückgezogen ist, wird größer. Bevorzugt ist die Länge des Einsatzes von 2 bis 100 cm, weiter bevorzugt von 2 bis 50 cm. Am meisten bevorzugt ist die Länge des Einsatzes von 1.1–1.5 mal der Tiefe des oberen Teiles des Reaktorrohres, der, wenn er beschickt ist, frei von Teilchen gehalten werden soll.

[0015] Wenn der Einsatz lang ist, ist er vorteilhaft aus flexilem Material oder in verlängerbarer Form hergestellt.

[0016] Wenn der Einsatz in der Form eines Rohres ist, kann es in Richtung nach unten abgeschrägt sein und/oder mit einem längs verlaufenden Kompressionschlitz versehen sein.

[0017] Die polygonale Platte der Beschickungsvorrichtung gemäß der Erfindung hat eine dreieckige, viereckige oder hexagonale Form. Ihre Abmessungen sind derart, daß sichergestellt wird, daß, wenn sie an ihrem Ort ist, sie nicht benachbarte Reaktorrohröffnungen stören wird. Bevorzugt sind die Abmessungen der polygonalen Platte derart, daß, wenn sie an ihrem Ort ist, der Abstand zwischen benachbarten oberen Rändern kleiner ist als die größte Abmessung der Teilchen, die eingefüllt werden sollen, um so sicherzustellen, daß keine Teilchen zwischen

Platten eingefangen werden. Andererseits ist ein kleiner Raum zwischen den Platten zweckmäßig für das einfache Handhaben zum Unterbringen des Staubes, der sich unvermeidbar während der Beschickungsarbeit entwickelt, um so zu vermeiden, daß der Staub in die Reaktorrohre gekehrt wird. Die dreieckige, vier-eckige oder hexagonale Form der polygonalen Platte stellt sicher, daß der Raum zwischen den Platten immer gleichförmig sein wird.

[0018] Im Profil kann die polygonale Platte in ihrer nach unten gerichteten Fläche hinterschnitten sein, um so noch mehr Raum zum Unterbringen des Staubes zu ermöglichen. Als Alternative kann der Einsatz, der sich von der polygonalen Platte in das Reaktorrohr erstreckt, so hergestellt werden, daß er eine Schulter trägt, die auch Raum zwischen der polygonalen Platte und dem oberen Rohrboden zum Unterbringen von Staub erlaubt. Die Länge der Schulter kann geeigneterweise ungefähr 1 cm sein. Zum selben Zweck des Unterbringens von Staub kann die polygonale Platte mit Schlitten oder schmalen Löchern perforiert sein. Die polygonale Platte kann auch in ihrer nach oben weisenden Fläche in Richtung auf das Loch oder die Löcher abgeschrägt sein, um zu erleichtern, daß die Teilchen in das Reaktorrohr fallen.

[0019] Die einfachste und bevorzugteste Ausführungsform der Beschickungsvorrichtung gemäß der Erfindung ist, wenn sie aus einer Vielzahl polygonaler Platten besteht, die jede ein einzelnes Loch haben, das einem Reaktorrohr entspricht, und Befestigungseinrichtungen wie oben beschrieben. In diesem Fall ist die bevorzugte Form der polygonalen Platte hexagonal, quadratisch, rhomboid oder diamantförmig. Wenn eine polygonale Platte, die mehrere Löcher trägt, verwendet wird, kann ihre Form am zweckmäßigsten rechtwinklig sein, z. B. in der Form eines Streifens, der einen oder mehrere Reihen Einsätze trägt. Solch ein Streifen kann flexibel gemacht werden für größere Einfachheit beim Transport und Handhaben.

[0020] Die Beschickungsvorrichtung gemäß der Erfindung kann aus irgendeinem zweckmäßigen Material hergestellt sein, bevorzugt einem, das robust genug ist, um das Wiederverwenden der Beschickungsvorrichtung zu erlauben. Beispiele sind Metalle, so wie rostfreier Stahl und Aluminium, und Polymere, so wie Polypropylen und Polyvinylchlorid.

[0021] Beim Betreiben der Beschickungsvorrichtung gemäß der Erfindung werden zunächst die polygonalen Platten in ihre Position über dem oberen Rohrboden gebracht, so daß alle Reaktorrohre an ihren oberen Enden Löchern in den Platten entsprechen und die kombinierten Platten im wesentlichen den Rohrboden teilweise oder vollständig abdecken. Dann werden die Teilchen über die Oberfläche der kombinierten Platten gegossen. Als nächstes werden die Teilchen durch die Löcher und in die Reaktorrohre durch Kehren gezwungen. Das Kehren kann von Hand geschehen, z. B. mit einfachen Besen. Als Al-

ternative kann ein Kehrmechanismus benutzt werden, so wie eine mechanisch betriebene mittlere Achse, von der sich ein Dreharm erstreckt, der ein Kehrelement trägt, bevorzugt entlang seiner gesamten Länge. Jedoch ist die tatsächliche Art und Weise des Kehrens nicht wesentlich zum Durchführen der Erfindung, da die Beschickungsvorrichtung selbst ein schnelles und relativ bequemes gleichförmiges Beschicken aller Reaktorrohre sicherstellt. Wie oben angegeben, wenn die polygonalen Platten Einsätze tragen, wird die Länge und der Innendurchmesser des Einsatzes, in Relation zu dem Innendurchmesser des Reaktorrohres, die Tiefe des oberen Endes des Reaktorrohres festlegen, das leer bleiben wird, nachdem der Einsatz entfernt ist.

[0022] Die Erfindung wird weiter durch das folgende Beispiel und Figuren veranschaulicht.

### Beispiel

[0023] Vier chemische Reaktoren, von denen jeder ungefähr 3000 vertikale Reaktorrohre aufweist, wobei jedes Reaktorrohr einen Außendurchmesser von 45.2 mm, einen Innendurchmesser von 39.2 mm und eine Länge von 12.8 m hat, wobei der Abstand zwischen benachbarten Rohren 63 mm ist, wurden mit Katalysatorteilchen beschickt, die die Grundform eines Zylinders mit einem Durchmesser von 8 mm und einer Länge von 8 mm hatten.

[0024] Beschickungsvorrichtungen wurden benutzt, wobei jede von ihnen aus Polypropylen hergestellt war und aus einer Vielzahl hexagonaler Platten bestand. Jede hexagonale Platte betrug 59.0 mm über die Nebenachse und 69.0 mm über die Hauptachse, mit einer Dicke von 5.0 mm, und hatte ein einzelnes mittleres Loch von 23.8 mm (15/16 Zoll) Durchmesser und einen geschlitzten Einsatz, der sich unter einem rechten Winkel von der Kante des Loches erstreckte. Jeder Einsatz war in der Form eines abgeschrägten Rohres nur 30.0 mm Länge, 39.0 mm Außendurchmesser, 35.0 mm Innendurchmesser, abgeschrägt auf 38.0 mm Außendurchmesser und 35.0 mm Innendurchmesser, und hatte einen Kompressionschlitz, der 3 mm breit und sich über die volle Länge von 30 mm erstreckte, was einen festen Sitz erlaubte.

[0025] Im Einsatz wurde jede hexagonale Plattenvorrichtung von Hand positioniert, wobei ihr Einsatz sich in eines der Reaktorrohre erstreckt, die beschickt werden sollten. Die Reaktorrohre, die keine Beschickung erforderten, wurden mit einer Plastikkappe verschlossen. Die Konfiguration stellte sicher, daß der gesamte Rohrboden in effektiver Weise abgedeckt wurde, mit Ausnahme regelmäßiger Spalte von 3 mm Breite, die zwischen benachbarten Beschickungsvorrichtungen gelassen wurden.

[0026] Der Reaktor wurde mit Streifen Gummiverkleidung abgedeckt, jeder etwa 60 cm breit und von ausreichender Länge, um sich von einer Seite des Reaktors zu der anderen zu erstrecken, wobei die

maximale Länge 450 cm war, um zu verhindern, daß irgendwelche Fremdkörper durch eine Öffnung in das Reaktorrohr fallen. Der Reaktor wurde in Abschnitten beladen, wobei jeder Abschnitt durch das Entfernen eines Streifens der Gummiverkleidung freigegeben wurde. Die Beschickung wurde methodisch dahingehend durchgeführt, daß die Beschickung eines Abschnittes beendet wurde, bevor die Beschickung eines nachfolgenden Abschnittes begonnen wurde.

[0027] Der Katalysator wurde aus Trommeln, von denen jede ungefähr 200 Liter Katalysator enthielt, in einen Beschickungstrichter gekippt. Der Auslaß des Trichters hatte einen Schlauch aus Leinwand mit 203 mm Durchmesser, durch das der Katalysator gegossen wurde. Der Schlauch aus Leinwand hatte eine Staubentfernvorrichtung daran befestigt, um den Staub zu minimieren, der die Beschickungsvorrichtungen erreicht. Der Katalysator wurde auf den ersten Abschnitt geschüttet und über die Öffnungen von Hand befördert, wenn sich die Katalysatorteilchen bewegten, rief Aneinanderreiben etwas Stauberzeugung hervor. Der Spalt zwischen den Beschickungsvorrichtungen diente als eine Staubeinfangfläche.

[0028] Der Spalt war ausreichend klein, damit kein ganzes Katalysatorteilchen eintreten konnte, jedoch konnten kleine Späne und gebrochene Katalysatorstücke zugelassen werden.

[0029] Die hexagonalen Platten wurden von Hand entfernt. Im Beschädigung zu vermeiden, indem an den Löchern der hexagonalen Platten gezogen wurde, wurde ein Y-förmiges manuelles Entfernwerkzeug gestaltet und benutzt, um an den Kanten der hexagonalen Platte anzusetzen.

[0030] Nach dem Entfernen der Beschickungsvorrichtung fiel der Katalysatorstand in jedem Reaktorrohr unterhalb des Niveaus des Rohrbodens. Vakuum wurde dann benutzt, um weiter Katalysatorteilchen von der Oberseite jedes Reaktorrohres auf ein Niveau von ungefähr 305 mm (12 Zoll) unterhalb des Reaktorbodens zu evakuieren.

[0031] Eine dP-Prüfung (Druckabfall über den Reaktorrohren) wurde durchgeführt, indem ein konstanter Strom von trockener ölfreier Luft durch jedes Rohr geleitet wurde und der Druckabfall bestimmt wurde, der über eine beschränkte Öffnungsplatte (ROP) erzeugt wurde. Typisch für eine gute Katalysatorverteilung ist ein dP in jedem Rohr innerhalb von  $\pm 2.5\%$  des Mittels.

[0032] Die dP-Prüfung zeigte, daß eine gleichmäßige Verteilung von Katalysatorteilchen innerhalb jedes Reaktorrohres ebenso wie unter einzelnen Rohren erreicht worden ist und daß keine Rohre Entleerung und Neubefüllung erforderten.

## Figuren

[0033] Fig. 1 zeigt in schematischer Weise eine Draufsicht auf einen Teil der Beschickungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung in ihrer Ausführungsform gemäß dem Beispiel; und

[0034] Fig. 2 zeigt eine Schnittansicht der Fig. 1 entlang der Linie II-II.

[0035] Während des normalen Einsatzes wird die Beschickungsvorrichtung 1 in einem im wesentlichen vertikalen Mehrrohrreaktor (nicht gezeigt) angeordnet, welcher eine Vielzahl von Reaktorrohren 3 aufweist, die durch einen oberen Rohrboden 5 und einen unteren Rohrboden (nicht gezeigt) zusammengehalten werden. Die Beschickungsvorrichtung 1 ist so angeordnet, daß sie wenigstens einen Teil des oberen Rohrbodens 5 abdeckt.

[0036] Die Beschickungsvorrichtung 1 weist eine Vielzahl benachbarter polygonaler Platten 8 auf. Bei der gezeigten Ausführungsform sind die polygonalen Platten 8 hexagonal, wobei jede eine Nebenachse 9 und eine Hauptachse 10 und jede ein einzelnen Loch 11 hat.

[0037] Jedes Loch 11 entspricht einem Reaktorrohr 3, sozusagen ist jedes Loch oberhalb des entsprechenden Reaktorrohres 3 angeordnet. Um das Loch 11 in Übereinstimmung mit dem jeweiligen Reaktorrohr zu halten, weist jede hexagonale Platte 8 weiter eine Befestigungseinrichtung zum Halten des Loches 11 auf. Bei der Ausführungsform, wie sie in Fig. 2 gezeigt ist, ist die Befestigungseinrichtung ein abgeschrägtes Rohr 15, das mit einem Kompressionschlitz 16 versehen ist.

[0038] Zweckmäßigerweise ist der Abstand 19 zwischen benachbarten hexagonalen Platten 8 kleiner als die größte Abmessung eines einzelnen Teilchens (nicht gezeigt), das eingefüllt werden soll.

## Patentansprüche

1. Beschickungsvorrichtung zum Verteilen fester Teilchen in einen Mehrrohrreaktor, bei dem die Reaktorrohre im wesentlichen vertikal sind und von einem oberen und einem unteren Rohrboden zusammengehalten werden, wobei die Beschickungsvorrichtung eine Vielzahl benachbarter polygonaler, d. h. dreieckiger, viereckiger oder sechseckiger, Platten aufweist, wobei jede polygonale Platte zwischen 1 und 30 Löcher hat, wobei jedes Loch einem Reaktorrohr entspricht, wobei jedes Loch einen Durchmesser hat, der nicht größer als 95 % des Innendurchmessers des Reaktorrohres und nicht kleiner als das 1.1-fache der größten Abmessung eines einzelnen Teilchens, das eingefüllt werden soll, ist, wobei die polygonalen Platten auch Befestigungsmittel zum Halten der Löcher in Übereinstimmung mit den entsprechenden Reaktorrohren aufweisen.

2. Beschickungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die polygonalen Platten hexagonal, quadratisch oder diamantförmig sind.

3. Beschickungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der jede polygonale Platte ein einzelnes Loch hat.

4. Beschickungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der der Abstand zwischen benachbarten polygonalen Platten kleiner ist als die größte Abmessung eines einzelnen Teilchens, das eingefüllt werden soll.

5. Beschickungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Befestigungsmittel zum Halten des Loches in Übereinstimmung mit dem jeweiligen Reaktorrohr aus einem Einsatz bestehen, der sich unter rechtem Winkel von der Kante des Loches in das Reaktorrohr erstreckt und eine Länge von 0.5 cm bis 1.5 Meter hat. 6. Beschickungsvorrichtung nach Anspruch 5, bei der der Einsatz in der Form wenigstens eines Dornes vorliegt.

6. Beschickungsvorrichtung nach Anspruch 5, bei der der Einsatz in der Form eines Rohres oder eines Halbrohres vorliegt.

7. Beschickungsvorrichtung nach Anspruch 7, bei der der Einsatz eine Länge von 1.1 bis 1.5 mal der Tiefe des oberen Teiles des Reaktorrohrs hat, der, wenn gefüllt wird, von Teilchen freigehalten wird.

8. Polygonale Platte, wie in einem der Ansprüche 1 bis 3 und 5 bis 8 beschrieben, die beim Aufbauen einer Beschickungsvorrichtung nach Anspruch 1 einsetzbar ist.

9. Verfahren zum Einfüllen fester Teilchen in einen Mehrrohrreaktor, wobei die Reaktorrohre einen Innendurchmesser von wenigstens dem Zweifachen des Durchmessers eines einzelnen Teilchens, das eingefüllt werden soll, haben, wobei der Reaktor einen oberen Rohrboden hat, der die oberen Enden der Vielzahl der Reaktorrohre zusammenhält, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

a) Positionieren einer Beschickungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 auf der Oberseite des oberen Rohrbodens, so daß die kombinierten polygonalen Platten im wesentlichen den oberen Rohrboden abdecken und ihre Löcher den Reaktorrohren entsprechen;

b) Gießen der Teilchen über die kombinierten polygonalen Platten, welche den Rohrboden überdecken;  
c) Kehren der Teilchen durch die Löcher in den Platten in die jeweiligen Reaktorrohre, wodurch die Teilchen die Reaktorrohre in einer gleichmäßigen Weise füllen und Brückebildung verhindert wird:

d) Entfernen von Restteilchen und jeglichem Staub, der auf und zwischen den Rändern verbleibt; und  
e) Entfernen der Beschickungsvorrichtung.

10. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem Schritt c) durch einen Kehrmechanismus ausgeführt wird, welcher ein Kehrelement aufweist, das mit einem Arm verbunden ist, wobei sich der Arm um eine zentrale Achse dreht.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Fig.1.

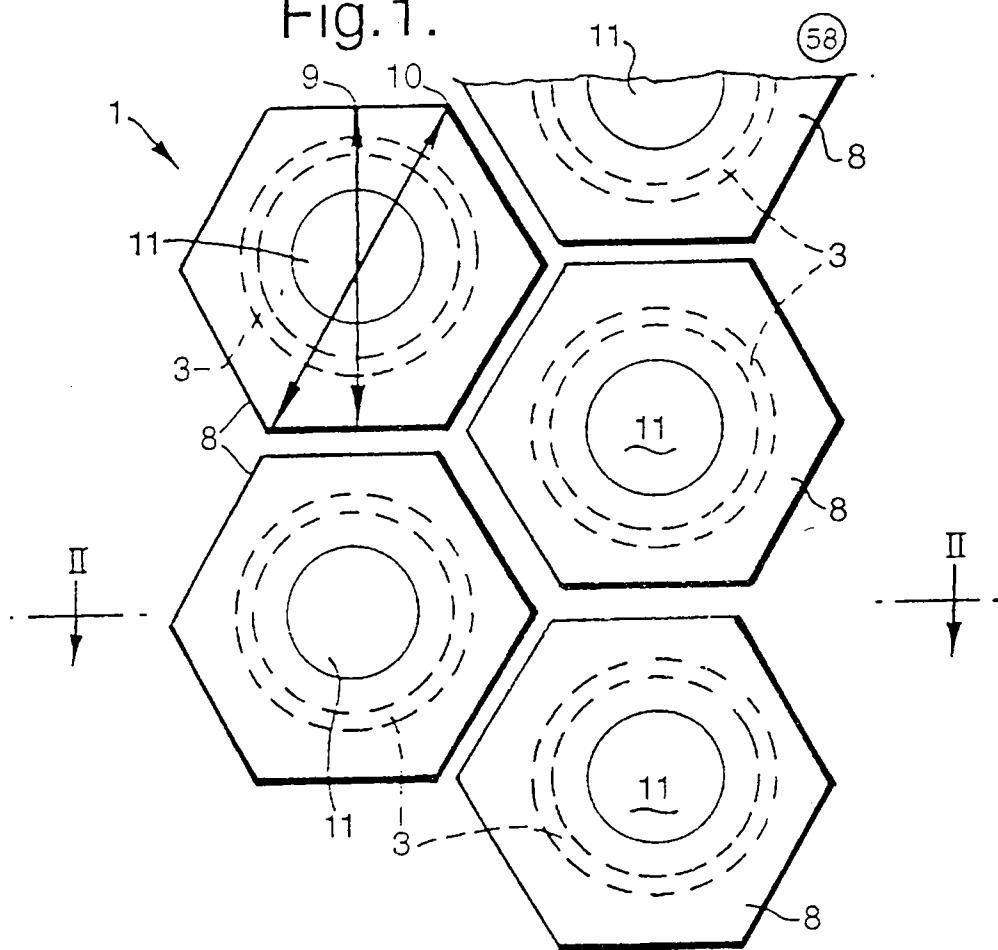


Fig.2.

