



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.04.2007 Patentblatt 2007/17

(51) Int Cl.:
B41F 23/06 (2006.01) B05B 7/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06017700.3**

(22) Anmeldetag: **25.08.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder: **Platsch, Hans G.**
70565 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **Ostertag, Reinhard et al**
Ostertag & Partner
Patentanwälte
Epplerstr. 14
70597 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **18.10.2005 DE 102005050199**

(71) Anmelder: **Platsch GmbH & Co. KG**
70565 Stuttgart (DE)

(54) **Vorrichtung zum Bestäuben von Produkten, insbesondere Druckprodukten**

(57) Es wird eine Vorrichtung zum Bestäuben von Druckprodukten (70) beschrieben, mit wenigstens einer einen Pudernebel abgebenden Düse (1). Die Düse (1) umfasst wenigstens einen Einlass (9) für ein Gemisch aus Puder (2) und einem strömenden Trägergas (Puder-Trägergas-Strom (13)) und wenigstens einen Pudernebel-Auslass (5). Außerdem umfasst die Düse (1) zwischen dem Einlass (9) und dem Pudernebel-Auslass (5) einen Abscheider (39) zur Abscheidung wenigstens eines Teils des Trägergases (41) aus dem Puder-Trägergas-Strom (13). Der Abscheider (39) weist wenigstens einen Trägergas-Auslass (35) für den abgeschiedenen Teil des Trägergases (41) auf.

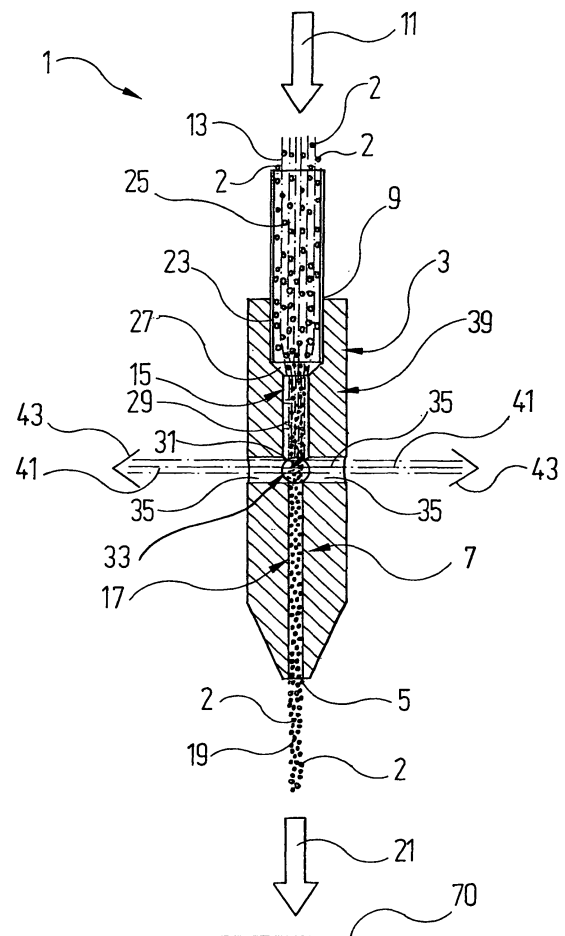


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bestäuben von Produkten, insbesondere Druckprodukten, mit wenigstens einer einen Pudernebel abgebenden Düse, wobei die Düse wenigstens einen Einlass für ein Gemisch aus Puder und einem strömenden Trägergas (Puder-Trägergas-Strom) und wenigstens einen Pudernebel-Auslass umfasst.

[0002] Bekannte Vorrichtung dieser Art umfassen eine Düsenanordnung, die innerhalb einer Druckmaschine über einer Förderebene angeordnet ist, in welcher Druckprodukte, beispielsweise bedruckte Papierbögen, insbesondere fliegend und von Endlosförderern getragenen Greifern bewegt werden. Über die Düsen werden die noch feuchten, von einem Druckwerk kommenden Druckprodukte mit einem Puder aus feinen Mais- oder Mineralpartikeln, deren Durchmesser in der Größenordnung von wenigen Mikrometern liegt, bestäubt. Die Bestäubung erfolgt zumindest auf einer Seite der Druckprodukte, häufig auf beiden Seiten. Das hierzu erforderliche Puder wird in der Druckmaschine erzeugt und über Versorgungsleitungen zu den Düsen transportiert. Die Düsen sind so angeordnet, dass die von benachbarten Düsen mit Puder bestäubten Bereiche der Druckprodukte sich überlappen, so dass die gesamte Oberfläche eines jeweiligen Druckproduktes lückenlos bestäubt wird.

[0003] Damit eine gleichmäßige Bestäubung der Druckprodukte erfolgen kann, ist es erforderlich, einen homogenen Pudernebel herzustellen, diesen zu den Düsen zu transportieren und dort homogen abzugeben und den Oberflächen der Druckprodukte zuzuführen. Bei bekannten Druckmaschinen ist hierzu eine Mischkammer, vorgesehen, in der das Puder auf eine Vibratorplatte rieselt und dort mit einem Trägerluftstrom zu einem Puder-Trägerluft-Strom vermischt wird. Der Puder-Trägerluft-Strom strömt durch die Versorgungsleitungen zu den Düsen. Das Volumen und die Geschwindigkeit des Trägerluftstroms sind hierbei so groß, dass immer jede der Düsen mit einer ausreichenden Pudermenge versorgt wird. Der Pudernebel weist daher am Auslass der Düse eine verhältnismäßig große Geschwindigkeit auf, so dass meist mehr Puder als erwünscht auf die Druckprodukte gestäubt und/oder bereits auf die Druckprodukte aufgestäubtes Puder wieder weggeblasen wird. Dies führt dazu, dass die Druckprodukte nicht richtig bestäubt werden und außerdem das überschüssige Puder wieder eingefangen werden muss, da ansonsten die Druckmaschine verschmutzt wird.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so zu gestalten, dass eine gleichmäßige gute Bestäubung der Druckprodukte mit einer ausreichenden Pudermenge erfolgt.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Düse zwischen dem Einlass und dem Pudernebel-Auslass einen Abscheider zur Abscheidung wenigstens eines Teils des Trägergases aus dem Puder-Trägergas-Strom umfasst und der Abscheider wenig-

stens einen Trägergas-Auslass für den abgeschiedenen Teil des Trägergases aufweist.

[0006] Erfindungsgemäß ist also ein Abscheider vorgesehen, mit dem dem Puder-Trägergas-Strom kurz vor Austritt aus der Düse Trägergas entzogen wird, wobei die Puderpartikel im Puder-Trägergas-Strom verbleiben. Hierdurch wird der Impuls des Puder-Trägergas-Stroms verringert, so dass die Puder Teilchen sanfter auf die Druckprodukte gestäubt werden und daher dort haften bleiben. Die Strömungsgeschwindigkeit reicht nicht mehr aus, um bereits auf der Oberfläche des Druckproduktes haftende Puderpartikel wieder wegzublasen. Außerdem wird die Konzentration an Puder im Puder-Trägergas-Strom erhöht.

[0007] Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform kann der Abscheider ein Massenkraftabscheider sein, mit dem technisch einfach das Trägergas von den deutlich schwereren und daher trägeren Puderpartikeln getrennt werden kann.

[0008] Zweckmäßigerweise kann der Pudernebel-Auslass einen kleineren Querschnitt als der Einlass haben. Auf diese Weise kann eine ausreichende Pudermenge mit einer verhältnismäßig kleinen Geschwindigkeit zum Einlass der Düse transportiert und nach dem Abscheiden des Teils des Trägergases gebündelt als konzentrierter Pudernebel-Strom durch den engeren Pudernebel-Auslass befördert werden.

[0009] Bei einer ersten besonders vorteilhaften Ausführungsform kann der Abscheider einen geraden Puder-Trägergas-Kanal umfassen, der einen erweiterten Bereich aufweist, an dessen Anschluss stromabwärts sich der Puder-Trägergas-Kanal konzentrisch mit einem verengten Querschnitt fortsetzt, wobei wenigstens stromaufwärts und/oder stromabwärts des erweiterten Bereichs wenigstens ein trichterförmiger Übergang vorgesehen ist und der wenigstens eine Trägergas-Auslass im Wesentlichen radial aus dem erweiterten Bereich des Puder-Trägergas-Kanals führt. Beim Eintritt in den erweiterten Bereich entspannt sich das Trägergas und strömt zum Teil durch den wenigstens einen Trägergas-Auslass aus.

[0010] Auf Grund ihrer Massenträgheit durchströmen die Puderpartikel aus dem Puder-Trägergas-Kanal stromaufwärts des erweiterten Bereichs diesen auf geradem Wege und werden im trichterförmigen Eingang gesammelt und dem verengten Puder-Trägergas-Kanal stromabwärts zugeführt. Auf diese Weise wird die Puderkonzentration im Puder-Trägergas-Strom stromabwärts des erweiterten Bereichs erhöht, so dass auch mit einer geringen Strömungsgeschwindigkeit eine ausreichende Pudermenge aus der Düse austritt.

[0011] Der Trägergas-Auslasskanal kann senkrecht zum Puder-Trägergas-Kanal aus dem erweiterten Bereich in die Umgebung führen. Durch den Auslasskanal hindurch kann der abgeschiedene Teil des Trägergases aus dem erweiterten Bereich entweichen. Da die Strömungsrichtung senkrecht zum Puder-Trägergas-Strom verläuft, wird die Oberfläche des Druckproduktes nicht

direkt von dem durch den Auslasskanal austretenden abgeschiedenen Teil des Trägergases angeblasen, was die Bestäubung der Druckprodukte stören würde.

[0012] Alternativ kann der Trägergas-Auslasskanal wenigstens eine Biegung oder einen Knick aufweisen und aus dem erweiterten Bereich in die Umgebung führen, wobei der Trägergas-Auslasskanal anfänglich mit einer Richtungskomponente in Strömungsrichtung des Puder-Trägergas-Stroms und an seinem dem erweiterten Bereich abgewandten Ende zumindest radial zum Puder-Trägergas-Kanal, vorzugsweise mit einer Richtungskomponente entgegen der Strömungsrichtung des Puder-Trägergas-Stroms, verläuft. Auf diese Weise ist es möglich, den abgeschiedenen Teil des Trägergases an einer von den Oberflächen der Druckprodukte deutlich entfernten Stelle aus der Düse auszuleiten, wodurch etwaige Störungen der Bestäubung durch ausgeleitetes Trägergas deutlich verringert werden.

[0013] Ferner kann der erweiterte Bereich aus dem wenigstens einen Trägergas-Auslasskanal mitgebildet sein. Auf diese Weise ist nur ein kleiner oder gar kein zusätzlicher Raum für den erweiterten Bereich erforderlich.

[0014] Um die Strömungsgeschwindigkeit des Puder-Trägergas-Stroms vor dem Eintritt in den erweiterten Bereich zu vergrößern und damit den in Wirkungsgrad des Abscheiders zu verbessern, kann der Puder-Trägergas-Kanal stromaufwärts des erweiterten Bereichs einen Bündelungsbereich für den Puder-Trägergas-Strom aufweisen.

[0015] Bei einer zweiten besonders vorteilhaften Ausführungsform kann der Abscheider einen gekrümmten Puder-Trägergas-Kanal aufweisen, der stromabwärts der Krümmung auf der Krümmungsinenseite eine Abscheideöffnung mit einem in den Puder-Trägergas-Kanal hineinragenden Fluidleitmittel für den abzuschheidenden Teil des Trägergases zu dem Trägergas-Auslass aufweist. Wegen der Zentrifugalkraft wird ein Großteil der Puderpartikel beim Durchströmen der Krümmung zur Krümmungsaußenseite gedrückt und verdrängt dort das Trägergas. Der durch den Trägergas-Auslass auf der Krümmungsinenseite abgeschiedene Teil des Trägergases enthält somit deutlich weniger Puderpartikel als der im Puder-Trägergas-Kanal verbleibende Puder-Trägergas-Strom. Die Konzentration an Puderpartikeln in den verbleibenden Puder-Trägergas-Strom wird durch diese Maßnahme deutlich erhöht.

[0016] Bei einer dritten besonders vorteilhaften Ausführungsform kann der Abscheider ein Zyklon sein, dessen Sammelbehälter mit wenigstens einem Pudernebel-Auslass und dessen Tauchrohr mit dem Trägergas-Auslass verbunden ist. Mit dem Zyklon ist eine besonders effiziente Abscheidung des Teils des Trägergases möglich, wobei der ausgeschiedene Teil des Trägergases nahezu keine Puderpartikel enthält und so die Konzentration an Puderpartikeln in dem verbleibenden Puder-Trägergas-Strom deutlich erhöht wird. Dies hat den Vorteil, dass insgesamt nur eine geringe Menge an Träger-

gas erforderlich ist.

[0017] Um eine Vielzahl von Düsen über eine einzige Versorgungsleitung mit Puder versorgen zu können, können wenigstens zwei Düsen einem Verteiler nachgeschaltet sein.

[0018] Damit auch ausgedehnte Oberflächen der Druckprodukte lückenlos und flächenhaft mit Puder bestäubt werden können, kann eine Vielzahl von Düsen entlang einer geraden oder gekrümmten Kurve oder flächig angeordnet sein.

[0019] Zweckmäßigerweise kann der abgeschiedene Teil des Trägergases nach Austritt aus dem Trägergas-Auslass vom Pudernebel weg strömen, insbesondere wenigstens senkrecht zu einem Pudernebel-Strom nach Austritt aus dem Pudernebel-Auslasses, vorzugsweise wenigstens zu einem Teil in Gegenrichtung des Pudernebel-Stroms, strömen. Dies hat den Vorteil, dass der austretende abgeschiedene Teil des Trägergases die Bestäubung der Druckprodukte nicht stört, insbesondere das Puder auf den Druckprodukten nicht wegbläst.

[0020] Um eine möglichst laminare Strömung des Pudernebels außerhalb der Düse zu erreichen, kann die Außenseite der Düse wenigstens im Bereich des Pudernebel-Auslasses kegelförmig sein.

[0021] Ferner können, um eine laminare Zirkulation des Trägergases und/oder Umgebungsluft im Bereich zwischen den Düsen und den Oberflächen der Druckprodukte zu erreichen, die Mantellinien des Kegelmantels der Düse von außen betrachtet konkav gebogen sein, insbesondere der Kegelmantel ein Rotationshyperboloid sein.

[0022] Um überschüssiges Puder aus der Vorrichtung zu entfernen und dadurch die Verschmutzung zu verringern, kann eine Absaugeinrichtung zum Absaugen überschüssigen Puders insbesondere aus dem Bereich zwischen der Düse und dem Druckprodukt vorgesehen sein.

[0023] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann die Geschwindigkeit, mit der der Pudernebel ausgegeben wird, abhängig von einem Sensorsignal für die Druckgeschwindigkeit, insbesondere die Geschwindigkeit, mit der die Druckprodukte bestäubt und/oder in der Vorrichtung transportiert werden, veränderbar sein. Hierdurch wird auch bei einer zunehmenden Maschinengeschwindigkeit und somit zunehmenden Druckgeschwindigkeit, bei der sich eine für die Puderpartikel zu überwindende Grenzschicht über der Oberfläche der Druckprodukte vergrößert, eine gute Bestäubung der Druckprodukte mit Puder gewährleistet. Hierzu wird die Geschwindigkeit der Puderpartikel beim Austritt aus dem Pudernebel-Auslass Kanal abhängig von der Druckgeschwindigkeit so weit erhöht, dass die Puderpartikel die vergrößerte Grenzschicht zuverlässig überwinden können.

[0024] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert; es zeigen

Figur 1 schematisch einen vertikalen Schnitt eines

- ersten Ausführungsbeispiels einer Puder-Luftdüse für eine Vorrichtung zum Bestäuben von bedruckte Papierbögen mit einem linear aufgebauten Abscheider für einen Teil der Trägerluft, wobei vier Trägerluft-Auslasskanäle quer zu einem Puder-Trägerluft-Strom verlaufen;
- Figur 2 schematisch einen vertikalen Schnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels einer zu der aus Figur 1 ähnlichen Puder-Luftdüse, wobei hier die Trägerluft-Auslasskanäle zunächst zum Puder-Trägerluft-Stroms hin geneigt verlaufen und im Anschluss an einen jeweiligen Knick eine Richtungskomponente entgegen dem Puder-Trägerluft-Strom aufweisen;
- Figur 3 schematisch einen vertikalen Schnitt eines dritten Ausführungsbeispiels einer Puder-Luftdüse mit einem Abscheider mit einem gekrümmten Strömungsweg für den Puder-Trägerluft-Strom;
- Figur 4 schematisch einen vertikalen Schnitt eines vierten Ausführungsbeispiels einer Puder-Luftdüse mit einem Zyklon als Abscheider für einen Teil der Trägerluft;
- Figur 5 schematisch einen Querschnitt der Puder-Luftdüse aus Figur 4;
- Figur 6 schematisch einen vertikalen Schnitt eines fünften Ausführungsbeispiels einer Puder-Luftdüse;
- Figur 7 schematisch einen vertikalen Schnitt einer Anordnung aus zwei der Puder-Luftdüse aus Figur 6 ähnlichen Puder-Luftdüsen in einer Trägerplatte, die einem Verteiler nachgeschaltet sind;
- Figur 8 schematisch einen Längsschnitt des Verteilers aus Figur 7;
- Figur 9 schematisch eine isometrische Darstellung des Verteilers aus Figuren 7 und 8;
- Figur 10 eine Vorderansicht einer Anordnung aus einer Vielzahl von Puder-Luftdüsen;
- Figur 11 eine Seitenansicht der Anordnung von Puder-Luftdüsen aus Figur 10;
- Figur 12 schematisch einen vertikalen Schnitt eines sechsten Ausführungsbeispiels einer Puder-Luftdüse, deren Außenseite die Form eines Rotationshyperboloids aufweist;
- Figur 13 eine isometrische Darstellung eines siebten Ausführungsbeispiels einer Puder-Luftdüse, die über ein gewinkeltes Puder-Trägerluft-Speiserohr seitlich an einem Träger befestigt ist;
- Figur 14 einen vertikalen Schnitt der Puder-Luftdüse aus Figur 13.
- [0025]** In Figur 1 ist schematisch im vertikalen Schnitt ein erstes Ausführungsbeispiel einer insgesamt mit dem Bezugszeichen 1 versehenen Puder-Luftdüse für eine ansonsten nicht dargestellte Vorrichtung zum Bestäuben von Druckprodukten in Form von gedruckten Papierbögen 70 mit einem Puder aus Mais- und/oder Mineralpartikeln dargestellt. Die Puderpartikel 2 haben Größen von etwa 5 µm bis 20 µm.
- [0026]** Mit einer solchen Vorrichtung werden typischerweise bis zu 18000 Papierbögen 70 pro Stunde mit Puder bestäubt.
- [0027]** Ein Grundkörper 3 der Puder-Luftdüse 1 hat die Form eines langgestreckten Kreiszylinders, dessen eine Stirnseite sich im Bereich einer Auslassöffnung 5 eines Puder-Trägergas-Kanals 7 der Puder-Luftdüse 1, in Figur 1 unten, kegelförmig zuspitzt.
- [0028]** Der gerade Puder-Trägergas-Kanal 7 mit kreisförmigem Querschnitt verläuft coaxial zur Achse des Grundkörpers 3 und weist eine Eintrittsöffnung 9, in Figur 1 oben, in der von der kegelförmigen Stirnseite abgewandten Stirnseite des Grundkörpers 3 auf. Der Puder-Trägergas-Kanal 7 dient zur Förderung eines in Richtung des Pfeils 11 strömenden homogenen Gemisches aus dem Puder und Trägerluft (Puder-Trägerluft-Strom 13).
- [0029]** Der Puder-Trägergas-Kanal 7 unterteilt sich in einen Einlasskanalabschnitt 15 in Anschluss an die Eintrittsöffnung 9 und einen Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17, der in die Auslassöffnung 5 mündet.
- [0030]** Über den Einlasskanalabschnitt 15 ist der Puder-Trägerluft-Strom 13 mit einer Strömungsgeschwindigkeit von etwa 20 m/s bis 25 m/s zuführbar. Aus dem Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17 ist ein homogener Pudernebel-Strom 19 deutlich langsamer in Richtung (Pfeil 21) des Papierbogens 70, der sich unterhalb der Puder-Luftdüse 1 befindet, abgebar.
- [0031]** Der stromabwärts an die Eintrittsöffnung 9 des Puder-Trägergas-Kanals 7 anschließende Bereich des Einlasskanalabschnitts 15, in Figur 1 oben, weist einen Aufnahmebereich 23 für ein Puder-Trägerluft-Speiserohr 25 auf. Der Aufnahmebereich 23 erstreckt sich etwa über die halbe Länge des Einlasskanalabschnitts 15. In dem Aufnahmebereich 23 ist ein Ende des Puder-Trägerluft-Speiserohrs 25 eingesteckt. Es weist einen Innendurchmesser von etwa 10 mm auf.
- [0032]** Das Puder-Trägerluft-Speiserohr 25 ist an seinem anderen Ende mit einem in Figuren 8 und 9 dargestellten und dort beschriebenen Verteiler verbunden, von dem aus der homogene Puder-Trägerluft-Strom 13 der Puder-Luftdüse 1 zugeführt wird.

[0033] Der Einlasskanalabschnitt 15 weist stromabwärts des Aufnahmebereichs 23 etwa mittig eine sich in Strömungsrichtung verengende trichterförmige Stufe 27 auf, in deren Anschluss er sich mit kleinerem Querschnitt in einem Bündelungsbereich 29 fortsetzt. Der Innenquerschnitt des Bündelungsbereichs 29 verjüngt sich an seinem der trichterförmigen Stufe 27 abgewandten Ende ebenfalls trichterförmig (trichterförmiges Ende 31).

[0034] Das trichterförmige Ende 31 des Bündelungsbereichs 29 mündet stromabwärts in einen erweiterten Bereich 33, der den Einlasskanalabschnitt 15 mit dem Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17 verbindet. Der erweiterte Bereich 33 ist aus vier im Wesentlichen identischen geraden Trägerluft-Auslasskanälen 35 mitgebildet, von denen in Figur 1 nur drei sichtbar sind.

[0035] Die Trägerluft-Auslasskanäle 35 sind rechtwinklig kreuzförmig angeordnet und führen jeweils in radialer Richtung vom erweiterten Bereich 33 des Puder-Trägerluft-Kanals 7 weg. Sie sind durchgängig offen und verbinden den erweiterten Bereich 33 des Puder-Trägergas-Kanals 7 mit der Umgebung.

[0036] Die Trägerluft-Auslasskanäle 35 weisen in etwa den gleichen kreisförmigen Querschnitt wie der Bündelungsbereich 29 des Einlasskanalabschnitts 15 auf.

[0037] Auf der dem trichterförmigen Ende 31 des Bündelungsbereichs 29 gegenüberliegenden Seite führt aus dem erweiterten Bereich 33 coaxial zum Bündelungsbereich 29 der Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17 heraus zur Auslassöffnung 5 des Puder-Luftdüse 1.

[0038] Der Innenquerschnitt des Pudernebel-Auslasskanalabschnitts 17 ist mit etwa 2 mm bis 5 mm etwas kleiner als der Innenquerschnitt des trichterförmigen Endes 31 des Bündelungsbereichs 29 an seiner engsten Stelle. Er ist deutlich kleiner als der Querschnitt des Einlasskanalabschnitts 15, der an seiner breitesten Stelle im Bereich der trichterförmigen Stufe 27 einen Innendurchmesser von etwa 6 mm bis 10 mm hat.

[0039] Der über die trichterförmige Stufe 27 und das trichterförmige Ende 31 zunächst verjüngte und anschließend im erweiterten Bereich 33 erweiterte Puder-Trägergas-Kanal 7, der sich dann in dem noch weiter verengten Pudernebel-Auslasskanalabschnitts 17 fortsetzt, bildet einen insgesamt mit dem Bezugszeichen 39 versehenen Massenkraftabscheider 39 zur Abscheidung eines Teils der Trägerluft 41 aus dem homogenen Puder-Trägerluft-Strom 13.

[0040] Um den Papierbogen 70 mit Puder zu Bestäuben, wird zunächst mit einem nicht dargestellten Puder-Trägerluftstrom-Erzeuger der homogene Puder-Trägerluft-Strom 13 erzeugt. Dieser wird über den Verteiler durch das Puder-Trägerluft-Speiserohr 25 hindurch dem Puder-Trägerluft-Kanal 7 der Puder-Luftdüse 1 zugeführt. Der homogene Puder-Trägerluft-Strom 13 wird mit der trichterförmigen Stufe 27 zunächst vorgebündelt, wodurch sich seine Strömungsgeschwindigkeit erhöht. Mit erhöhter Strömungsgeschwindigkeit strömt der gebündelte homogene Puder-Trägerluft-Strom 13 durch den Bündelungsbereich 29 hindurch. Am trichterförmigen

Ende 31 des Bündelungsbereichs 29 wird er weiter gebündelt und beschleunigt. Im anschließenden erweiterten Bereich 33 entspannt sich die Trägerluft wieder. Ein Teil der Trägerluft 41 entweicht in Richtung der jeweiligen Pfeile 43 durch die Trägerluft-Auslasskanäle 35, wodurch sich die Strömungsgeschwindigkeit der im erweiterten Bereich 33 weiterströmenden Trägerluft in Richtung der Achse des Puder-Trägerluft-Kanals 7 verringert.

[0041] Die Puderpartikel 2 durchqueren auf Grund ihrer Trägheit den erweiterten Bereich 33 geradlinig und strömen deutlich verlangsamt mit dem verbleibenden Teil der Trägerluft als konzentrierter homogener Pudernebel-Strom 19 in den Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17. Der konzentrierte Pudernebel-Strom 19 wird durch den Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17 und durch die Auslassöffnung 5 der Puder-Luftdüse 1 mit im Vergleich zur Eintrittsgeschwindigkeit des Puder-Trägerluft-Stroms 13 im Einlasskanalabschnitt 15 geringer Austrittsgeschwindigkeit abgegeben, und verteilt sich als Pudernebel homogen auf der Oberfläche des Papierbogens 70.

[0042] Der abgeschiedene Teil der Trägerluft 41 wird über die Trägerluft-Auslasskanäle 35 in die Umgebung abgegeben und strömt nach Austritt aus den Trägerluft-Auslasskanälen 35 senkrecht zu dem Pudernebel-Strom 19 vom Pudernebel weg ohne diesen zu stören.

[0043] In Figur 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer zu der aus Figur 1 ähnlichen Puder-Luftdüse 101 dargestellt. Diejenigen Elemente, die zu denen des ersten in Figur 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel ähnlich sind, sind mit denselben Bezugszeichen versehen, so dass bezüglich deren Beschreibung auf die Ausführungen zum ersten Ausführungsbeispiel Bezug genommen wird. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem ersten dadurch, dass lediglich zwei gegenüberliegende Trägerluft-Auslasskanäle 135 vorgesehen sind, die zunächst in einem ersten Bereich 151 jeweils unter einem Winkel von etwa 45° in Strömungsrichtung des homogenen Puder-Trägerluft-Stroms 13 zur Achse des Puder-Trägerluft-Kanals 107 hin geneigt verlaufen. Die so erzeugte Richtungskomponente in Strömungsrichtung erhöht die Effizienz beim Abscheiden des Teils der Trägerluft 41, da Turbulenzen in einem erweiterten Bereich 133 vermieden werden.

[0044] Im Anschluss an einen jeweiligen Knick um etwa 90° von der Achse des Puder-Trägerluft-Kanals 107 weg, führen die Trägerluft-Auslasskanäle 135 jeweils in einem zweiten Bereich 153 mit einer Richtungskomponente entgegen der Strömungsrichtung des homogenen Puder-Trägerluft-Stroms 13 aus dem Grundkörper 3 der Puder-Luftdüse 101 heraus. Der abgeschiedene Teil der Trägerluft 41 strömt so nach Austritt aus den Trägerluft-Auslasskanälen 135 mit einer Richtungskomponente in Gegenrichtung des konzentrierten homogenen Pudernebel-Stroms 19 von der Oberfläche des Papierbogens 70 weg, in Figur 2 im Wesentlichen nach oben.

[0045] Außerdem ist hier anstelle des trichterförmigen Endes 31 des Bündelungsbereichs 29 beim ersten Aus-

führungsbeispiel ein trichterförmiger Eingang 131 am Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 117 vorgesehen. Der Bündelungsbereich 129 weist hingegen einen durchgängig konstanten Querschnitt auf, der etwas größer ist als der Querschnitt des Pudernebel-Auslasskanalabschnitts 117. Der Querschnitt des trichterförmigen Eingangs 131 des Pudernebel-Auslasskanalabschnitts 117 ist an seiner breitesten Stelle deutlich größer als der Querschnitt des Bündelungsbereichs 129. Mit dem verhältnismäßig großen trichterförmigen Eingang 131 werden so nahezu alle wegen ihrer Trägheit den erweiterten Bereich 133 geradlinig durchquerenden Puderpartikel 2, welche als stark gebündelter Puder-Trägerluft-Strom 13 aus dem Bündelungsbereich 129 austreten, eingefangen.

[0046] Die Funktionsweise des zweiten Ausführungsbeispiel ist ansonsten analog zu der des ersten Ausführungsbeispiels aus Figur 1.

[0047] In Figur 3 ist schematisch im vertikalen Schnitt ein drittes Ausführungsbeispiel einer Puder-Luftdüse 301 dargestellt. Diejenigen Elemente, die zu denen des ersten in Figur 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel ähnlich sind, sind mit denselben Bezugszeichen versehen, so dass bezüglich deren Beschreibung auf die Ausführungen zum ersten Ausführungsbeispiel Bezug genommen wird.

[0048] Ein Grundkörper 303 der Puder-Luftdüse 301 hat die Form eines Kreiszylinders, dessen eine Stirnseite sich im Bereich einer Auslassöffnung 5 eines Puder-Trägergas-Kanals 307 der Puder-Luftdüse 301, in Figur 3 unten, kegelförmig zuspitzt.

[0049] Der Puder-Trägergas-Kanal 307 unterteilt sich in einen gebogenen Einlasskanalabschnitt 315 in Anschluss an eine Eintrittsöffnung 9, in Figur 3 oben links, und einen geraden Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17, der in die Auslassöffnung 5 mündet.

[0050] Der Einlasskanalabschnitt 15 wird durch ein um 90° gebogenes Rohr 315 mit kreisförmigem Querschnitt gebildet, welches in den Grundkörper 303 eingesteckt ist. Die Achse des Rohres 315 an seinem dem Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17 zugewandten Ende verläuft koaxial zu der des Pudernebel-Auslasskanalabschnitts 17 und des Grundkörpers 303. Der Innendurchmesser des den Einlasskanalabschnitt bildenden Rohres 315 ist deutlich größer als der Innendurchmesser des Pudernebel-Auslasskanalabschnitts 17.

[0051] Zwischen dem Rohr 315 und dem Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17 befindet sich zum Angleichen der beiden unterschiedlichen Innendurchmesser ein trichterförmiger Übergang 327. Das dem Grundkörper 303 abgewandte Ende des Rohres 315 ist über ein in Figur 3 nicht dargestelltes Puder-Trägerluft-Speiserohr mit dem in Figuren 8 und 9 dargestellten und dort beschriebenen Verteiler verbunden.

[0052] Auf der dem Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17 abgewandten Seite des trichterförmigen Übergangs 327, in Figur 3 über diesem, schließt sich im Grundkörper 303 ein hohlzylinderförmiger Bereich 357

an, in den das dem Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17 zugewandte Ende des Rohres 315 fest eingesteckt ist.

[0053] Auf der dem trichterförmigen Übergang 327 abgewandten Seite des hohlzylinderförmigen Bereichs 357 befindet sich im Grundkörper 303 eine trichterförmige Erweiterungskammer 333 mit kreisförmigem Querschnitt. Die Achse der Erweiterungskammer 333 verläuft koaxial zur Achse des Grundkörpers 303 beziehungsweise des Pudernebel-Auslasskanalabschnitts 17. Sie geht an ihrer schmalen Stirnseite in den hohlzylinderförmigen Bereich 357 über. Ihre breite Stirnseite ist zu der einlassseitigen Stirnseite des Grundkörpers 303 hin mit einer Platte 359 verschlossen. Die Platte 359 weist in Figur 3 links einen durchgängigen Durchlass 361 für das Rohr 315 und rechts einen durchgängigen Trägerluft-Auslasskanal 335 auf. Der durchgängigen Durchlass 361 und der Trägerluft-Auslasskanal 335 gehen jeweils in eine deckungsgleiche Öffnung in einer Wand an der einlassseitigen Stirnseite des Grundkörpers 303 über.

[0054] Das den Einlasskanalabschnitt bildende Rohr 315 führt durch den Durchlass 361 und die Erweiterungskammer 333 hindurch bis zu der breiten Seite des trichterförmigen Übergangs 327. Hierbei erstreckt sich der größte Teil seines die Krümmung aufweisenden Bereichs 365 in Strömungsrichtung vor dem Grundkörper 303, also außerhalb des Grundkörpers 303. Der Übergang des gekrümmten Bereichs 365 in einen geraden Bereich 367 befindet sich in der Erweiterungskammer 333.

[0055] Von der Eintrittsöffnung 9 aus betrachtet hinter, also stromabwärts der Mitte des gekrümmten Bereichs 365 weist das Rohr 315 auf der Krümmungsinne Seite eine Abscheideöffnung 371 für den abzuschheidenden Teil der Trägerluft 41 zur Erweiterungskammer 333 auf. Die Abscheideöffnung 371 erstreckt sich in Richtung des Rohres 315 jeweils etwa hälftig in der Platte 361 und der Erweiterungskammer 333.

[0056] Am stromabwärtigen Ende der Abscheideöffnung 371 befindet sich auf der Innenwandseite des Rohres 315 ein trichterförmiges, entgegen der Strömungsrichtung offenes, Luftleitmittel 373, welches nahezu die Hälfte des Rohrquerschnitts abdeckt. Mit dem Luftleitmittel 373 wird dort das Rohr 315 im Querschnitt zweigeteilt.

[0057] Der zunächst um 90° gekrümmte mit der Abscheideöffnung 371 versehene und anschließend über die trichterförmige Stufe 327 verjüngte Puder-Trägergas-Kanal 7, der sich dann in den verengten Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17 fortsetzt, wirkt als insgesamt mit dem Bezugszeichen 339 versehener Massenkraftabscheider zur Abscheidung des Teils der Trägerluft 41 aus dem Puder-Trägerluft-Strom 13.

[0058] Um den Papierbogen 70 mit Puder zu bestäuben, wird analog zum ersten und zweiten, in den Figuren 1 beziehungsweise 2 erläuterten Ausführungsbeispielen, zunächst der homogene Puder-Trägerluft-Strom 13 erzeugt. Dieser wird über den in Figuren 8 und 9 dargestellten Verteiler, durch das Puder-Trägerluft-Speiserohr

dem Puder-Trägerluft-Kanal 7 der Puder-Luftdüse 301 zugeführt. Der homogene Puder-Trägerluft-Strom 13 wird im Rohr 315 des Einlasskanalabschnitts 15 auf eine gekrümmte Bahn gezwungen, wobei die Puderpartikel 2 auf Grund ihrer Trägheit zur krümmungsausseren Innenmantelfläche des Rohrs 315 fliegen und dort entlang an dem trichterförmigen Luftleitmittel 373 vorbei zum Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17 strömen.

[0059] Der von den Puderpartikeln 2 zum Krümmungsinneren des Rohrs 315 verdrängte Teil der Trägerluft 41 wird durch das trichterförmige Luftleitmittel 373 eingefangen und entweicht durch die Abscheideöffnung 371 in die Erweiterungskammer 333 und von dort aus durch den Trägerluft-Auslasskanal 335 von dem Papierbogen 70 weg, in Figur 3 nach oben, aus der Puder-Luftdüse 301.

[0060] Stromabwärts des trichterförmigen Luftleitmittels 373 steht der im Rohr 315 verbleibenden Trägerluft und den Puderpartikeln 2 wieder der gesamte Querschnitt des Rohrs 315 zur Verfügung. Die im Rohr 315 verbleibende Trägerluft entspannt sich, wodurch sich ihre Strömungsgeschwindigkeit reduziert, und ein konzentrierter Pudernebel-Strom 19 strömt deutlich verlangsamt in Richtung des Puder-Trägerluft-Kanals 7. Die Puderpartikel 2 strömen hierbei getragen von der verbleibenden Trägerluft an der krümmungsausseren Innenmantelfläche des Rohrs 315 entlang über den trichterförmigen Übergang 327 in den Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17.

[0061] Der konzentrierte homogene Pudernebel-Strom 19 wird durch den Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17 über die Auslassöffnung 5 der Puder-Luftdüse 301 mit im Vergleich zur Eintrittsgeschwindigkeit des homogenen Puder-Trägerluft-Stroms 13 geringer Austrittsgeschwindigkeit abgegeben, und verteilt sich als homogener Pudernebel auf der Oberfläche des Papierbogens 70.

[0062] Der abgeschiedene Teil der Trägerluft 41 wird über den Trägerluft-Auslasskanal 335 in die Umgebung abgegeben und strömt nach Austritt aus dem Trägerluft-Auslasskanal 35 in Gegenrichtung des Pudernebel-Stroms 19 vom Papierbogen 70 weg in Richtung des Pfeils 43, ohne den Pudernebel zu stören.

[0063] Ein viertes Ausführungsbeispiel einer Puder-Luftdüse 401 mit einem Zyklon 439 als Massenkraftabscheider für einen Teil der Trägerluft 41 aus dem Puder-Trägerluft-Strom 13 ist in Figur 4 im vertikalen Schnitt und in Figur 5 in der Draufsicht dargestellt. Diejenigen Elemente, die zu denen des ersten in Figur 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel ähnlich sind, sind mit denselben Bezugszeichen versehen, so dass bezüglich deren Beschreibung auf die Ausführungen zum ersten Ausführungsbeispiel Bezug genommen wird.

[0064] Die Puder-Luftdüse 401 weist in Figur 4 oben rechts einen würfelförmigen Anschlussblock 481 mit einem eine Einlassöffnung 9 aufweisenden, in Figur 4 im Wesentlichen horizontalen, kreiszylinderförmigen Einlasskanalabschnitt 415 für den anfänglich in Figur 4 in

Richtung des Pfeils 11 von rechts nach links strömenden Puder-Trägergas-Strom 13 auf.

[0065] Der Anschlussblock 481 weist einen hohlzylinderförmigen Aufnahmeabschnitt 483 für ein in Figur 4 horizontal von rechts kommendes Puder-Trägerluft-Speiserohr 25, welches einen Innendurchmesser von etwa 8 mm hat, auf. Das Puder-Trägerluft-Speiserohr 25 ist mit einem Ende in den Aufnahmeabschnitt 483 gesteckt. Seine Innenkonturen gehen in die Innenkonturen des Einlasskanalabschnitts 415 über. Das Puder-Trägerluft-Speiserohr 25 ist mit seinem anderen Ende mit einem in Figuren 8 und 9 dargestellten und dort beschriebenen Verteiler verbunden, von dem aus der Puder-Trägerluft-Strom 13 der Puder-Luftdüse 401 zugeführt wird.

[0066] An der dem Aufnahmeabschnitt 483 abgewandten Stirnseite des Anschlussblocks 481 ist ein langgestreckter, etwa keilförmiger, in Figur 4 im Wesentlichen horizontaler Verbindungsblock 485 befestigt beziehungsweise geht einstückig aus dem Anschlussblock 481 hervor. Durch den Verbindungsblock 485 führt der Einlasskanalabschnitt 15 hindurch.

[0067] In der Draufsicht betrachtet, in Figur 5, verjüngt sich der Verbindungsblock 485 zu der dem Anschlussblock 481 abgewandten Seite hin. Die in der Draufsicht in Figur 5 vertikale Ausdehnung des Einlasskanalabschnitts 415, also dessen Breite, nimmt vom Anschlussblock 481 aus kommend zunächst ab und geht ab der Hälfte bis zu seinem dem Anschlussblock 481 abgewandten Ende in einen Bereich mit konstanter vertikaler Ausdehnung über.

[0068] Im vertikalen Schnitt betrachtet, Figur 4, verläuft die obere Fläche des Verbindungsblocks 485 horizontal etwas unterhalb der oberen Fläche des Anschlussblocks 481. Die untere Fläche des Verbindungsblocks 485 verläuft gegenüber der unteren Fläche des Anschlussblocks 481 von diesem aus betrachtet von der Achse des Einlasskanalabschnitts 415 weg nach unten geneigt. Die im vertikalen Schnitt betrachtete, in Figur 4, vertikale Ausdehnung des Einlasskanalabschnitts 415, also dessen Höhe, nimmt Richtung des Puder-Trägerluft-Stroms 13 zu und geht etwa dort, wo in der Draufsicht in Figur 5 sichtbar der Bereich mit der konstanten Breite beginnt in einen Bereich mit konstanter Höhe über.

[0069] Ferner weist die Puder-Luftdüse 401 zwei Pudernebel-Auslassöffnungen 405 von entsprechenden Pudernebel-Auslasskanalabschnitten 417, in Figur 4 unten, auf. Aus den Pudernebel-Auslasskanalabschnitten 417 mit jeweils einem Durchmesser von 3 mm ist jeweils ein konzentrierter Pudernebel-Strom 19 in Richtung der Pfeile 21 abgebar.

[0070] Zwischen dem Einlasskanalabschnitt 415 und den Pudernebel-Auslasskanalabschnitten 417 ist der Zyklon 439 angeordnet.

[0071] Ein Zyklongehäuse 487 umfasst auf Höhe des Verbindungsblocks 485 einen im Wesentlichen hohlzylinderförmigen Bereich 488 mit einem Außendurchmesser von etwa 30 mm, dessen Achse 489 senkrecht zur Achse des Aufnahmeabschnitts 483 verläuft. Am Mantel

des hohlzylinderförmigen Bereichs 488 ist unterhalb seiner oberen Stirnseite der Verbindungsblock 485 befestigt. Das dem Anschlussblock 481 abgewandte Ende des Einlasskanalabschnitts 415 mündet hier tangential zum Mantel des hohlzylinderförmigen Bereich 488 in eine dortige durchgängige Öffnung 490.

[0072] Der hohlzylinderförmige Bereich 488 ist auf der dem Verbindungsblock 485 zugewandten Stirnseite mit einer Deckwand 491 verschlossen. Die Deckwand 491 weist koaxial zum hohlzylinderförmigen Bereich 488 eine kreisförmige durchgängige Öffnung auf, durch die ein Tauchrohr 493 mit einem Außendurchmesser von etwa 10 mm hindurch führt. Das Innere des Tauchrohres 493 dient als Trägerluft-Auslasskanal 435 für den abgeschiedenen Teil der Trägerluft 41 in Richtung des Pfeils 43 nach oben.

[0073] Auf der dem Verbindungsblock 485 abgewandten Seite, in Figur 4 mittig, geht der hohlzylinderförmigen Bereich 488 in einen koaxialen trichterförmigen Bereich 427 des Zyklons 439 über, dessen Querschnitt sich von dem hohlzylinderförmigen Bereich 488 weg verkleinert. Die axiale Ausdehnung des trichterförmigen Bereichs 427 beträgt etwa 20 mm. Das Innere des trichterförmigen Bereichs 427 dient als Abscheideraum zum Abscheiden des Teils der Trägerluft 41.

[0074] An den trichterförmigen Bereich 427 schließt sich, in Figur 4 unten, koaxial ein hohlzylinderförmiger Sammelbehälter 495 für die Puderpartikel 2 an. Der Querschnitt des Sammelbehälters 495 ist etwas größer als der Querschnitt des trichterförmigen Bereichs 427 an seiner engsten Stelle.

[0075] In dem Sammelbehälter 495 befindet sich ein Prallkegel 496 dessen Achse parallel zur Achse des Sammelbehälters 495 orientiert ist und dessen Spitze zum trichterförmigen Bereich 427, in Figur 4 nach oben, zeigt. Der Prallkegel 496 ist auf seiner der Kegelspitze abgewandten Grundfläche auf einem parallel zur Achse des Sammelbehälters 495 ausgerichteten Führungsstift 497 senkrecht zu seiner Achse verschiebbar gelagert.

[0076] Der Außendurchmesser des Prallkegels 496 ist kleiner als der Innendurchmesser des Sammelbehälters 495, so dass um den Prallkegel 496 herum ein Ringkanal 498 für den Pudernebel-Strom 19 verbleibt. Die radiale Ausdehnung des Ringkanals 498 ist durch radiales Verschieben des Prallkegels 496 veränderbar. Beispielsweise wird durch Verschieben des Prallkegels 496 in Figur 4 nach links der freie, durchströmbare Bereich links des Prallkegels 496 in radialer Richtung verkleinert und gleichzeitig der freie, durchströmbare Bereich rechts des Prallkegels 496 vergrößert, so dass Links ein kleineres Volumen durchströmen kann als Rechts.

[0077] Zum Verschieben des Prallkegels 496 weist der Sammelbehälter 495 eine Stellschraube 497 auf, welche radial durch ein Gewinde im Mantel des Sammelbehälters 495 hindurch zum Prallkegel 496 führt.

[0078] Der Sammelbehälter 495 des Zyklons 439 ist an seiner dem trichterförmigen Bereich 427 abgewandten Stirnseite mit einer Auslasswand 450 verschlossen.

Durch die Auslasswand 450 führen die beiden durchgängigen Pudernebel-Auslasskanalabschnitte 417 V-förmig jeweils leicht schräg von der Achse des Sammelbehälters 495 weg geneigt, nach außen in Richtung des nicht dargestellten Papierbogens 70, in Figur 4 unten.

[0079] Die axiale Ausdehnung des gesamten Zyklongehäuses 487 von der Deckwand 491 des hohlzylinderförmigen Bereichs 488 zur Auslasswand 450 des Sammelbehälters 495 beträgt etwa 58 mm.

[0080] Die Austrittsöffnungen 405 des Puder-Trägerluft-Kanals 407 der Puder-Luftdüse 1 aufweisende Stirnseite des Zyklongehäuses 487 spitzt sich leicht kegelförmig zu.

[0081] Die Pudernebel-Auslasskanalabschnitte 417 haben jeweils einen kleineren Querschnitt als der Einlasskanalabschnitt 415.

[0082] Beim Betreiben der Puder-Luftdüse 401 wird ein homogener Puder-Trägerluft-Strom 13 analog zu dem ersten, zweiten und dritten Ausführungsbeispiel von dem in Figuren 8 und 9 gezeigten Verteiler in Strömungsrichtung 11 dem Puder-Trägerluft-Speiserohr 25 zugeführt. Der Puder-Trägerluft-Strom 13 strömt über die Einlassöffnung 9 dem Einlasskanalabschnitt 415 zu, wo er in einer Ebene parallel zur anfänglichen Strömungsrichtung 11 und senkrecht zur Achse des Zyklons 439 gebündelt und gleichzeitig in einer zweiten Ebene parallel zur anfänglichen Strömungsrichtung 11 und parallel zur Achse des Zyklons 439 erweitert wird. Der so kanalisierte homogene Puder-Trägerluft-Strom 13 tritt alsdann durch die Öffnung 490 im Mantel des Zyklongehäuses 487 tangential in dessen hohlzylinderförmigen Bereich 488 ein, wo er spiralförmig, in Figur 4 entlang der spiralförmigen Linie 499, durch den trichterförmigen Bereich 427 zum Prallkegel 496 geführt wird. Ein Teil der Trägerluft 41 wird am Prallkegel 496 reflektiert und strömt in Gegenrichtung vom Prallkegel 496 weg im Zentrum des trichterförmigen Bereichs 427 zu dem Trägerluft-Auslasskanal 35 im Tauchrohr 493 und wird so vom Puder-Trägerluft-Strom 13 abgeschieden.

[0083] Die Puderpartikel 2 sinken hingegen auf Grund ihrer Massenträgheit und wegen der Schwerkraft durch den Ringkanal 498 hindurch in den Sammelbehälter 495. Von dort aus werden sie mit der verbleibenden Trägerluft mit deutlich geringerer Geschwindigkeit durch die Pudernebelauslasskanalabschnitte 417 als konzentrierter Pudernebel-Strom 19 dem Bereich oberhalb des Papierbogens 70 zugeführt.

[0084] Durch Verschieben des Prallkegels 496 mit der Stellschraube 497 kann durch Verändern der Breiten des Ringkanals 498 das Aufteilungsverhältnis des Pudernebel-Stroms 19 auf die beiden Pudernebel-Auslasskanalabschnitte 417 verändert werden.

[0085] Der abgeschiedene Teil der Trägerluft 41 strömt nach Austritt aus dem Trägerluft-Auslasskanal 435 vom Pudernebel weg in die Gegenrichtung des Pudernebel-Stroms 19 auf der den Austrittsöffnungen 5 der Pudernebel-Auslasskanalabschnitte 17 abgewandten Seite des Zyklongehäuses 487 nach oben aus dem Zy-

klon 439 heraus und stört die homogene Verteilung des Pudernebels auf der Oberfläche des Papierbogens 70 nicht.

[0086] Bei einem fünften Ausführungsbeispiel einer Puder-Luftdüse 501, dargestellt in Figur 6, sind diejenigen Elemente, die zu denen des zweiten, in Figur 2 beschriebenen Ausführungsbeispiel ähnlich sind, mit denselben Bezugszeichen versehen, so dass bezüglich deren Beschreibung auf die Ausführungen zum zweiten Ausführungsbeispiel Bezug genommen wird. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem zweiten dadurch, dass ein kreiszylinderförmiger Grundkörper 503 der Puder-Luftdüse 501 mit kegelförmig in Richtung der Pudernebel-Auslassöffnung 5 zulaufender Spitze lediglich den Pudernebel-Auslasskanalabschnitt 17 mit einem trichterförmigen Eingang 531 aufweist. Der Mantel des Grundkörpers 503 weist ein Außengewinde 504 auf.

[0087] Der Grundkörper 503 der Puder-Luftdüse 501 ist mit seinem Außengewinde 504 in ein entsprechendes Innengewinde einer hohlzylinderförmigen Puder-Luftdüsen-Aufnahme 506 in einer Trägerplatte 508 eingeschraubt. Die Einschraubtiefe wird durch einen Kragen 510 am Grundkörper 503 zwischen dem Außengewinde 504 und der kegelförmigen Spitze begrenzt. Die axiale Ausdehnung der Puder-Luftdüsen-Aufnahme 506 ist größer als der Abstand zwischen der der Auslassöffnung 5 abgewandten Stirnfläche des Grundkörpers 503 und dem Kragen 510, so dass beim Einschrauben des Grundkörpers 503 ein freier Bereich zwischen dem Boden 512 der Puder-Luftdüsen-Aufnahme 506 und der der Auslassöffnung 5 abgewandten ringförmigen Stirnfläche 514 des Grundkörpers 503 verbleibt.

[0088] Im Boden 512 der Puder-Luftdüsen-Aufnahme 506 befindet sich koaxial zur Puder-Luftdüsen-Aufnahme 506 eine kreisförmige durchgängige Öffnung. Durch die Öffnung ist ein Einlasskanalabschnitt bildendes Rohr 515 geführt, welches außerhalb der Puder-Luftdüsen-Aufnahme 506 um 90°, in Figur 6 nach rechts, gebogen ist. Auf sein freies Ende ist ein nicht gezeigtes Puder-Trägerluft-Speiserohr aufgesteckt, das mit dem in Figuren 8 und 9 beschriebenen Verteiler verbunden ist.

[0089] Der Rand des in der Puder-Luftdüsen-Aufnahme 506 befindlichen Endes des Rohrs 515 ist um 90° nach außen gekantet und bildet so eine ringförmige Fläche 516 parallel zu der ringförmigen Stirnfläche 514 des Grundkörpers 503. Der Abstand zwischen der ringförmigen Fläche 516 und der ringförmigen Stirnfläche 514 ist mit nicht dargestellten Abstandsmitteln vorgegeben.

[0090] Die ringförmige Fläche 516 des Randes des Rohrs 515 und die ringförmige Stirnfläche 514 des Grundkörpers 503 begrenzen einen Ringspalt 533. Der Ringspalt 533 dient als erweiterter Bereich analog zu dem erweiterten Bereich 133 des zweiten Ausführungsbeispiels aus Figur 2. Der Ringspalt 533 ist über nicht dargestellte Trägerluft-Auslasskanäle mit dem Bereich auf der dem Grundkörper 503 der Puder-Luftdüse 501 ebenfalls abgewandten Seite der Trägerplatte 508 verbunden.

[0091] Ferner ist zwischen der ebenfalls ringförmigen Innenfläche des Bodens 512 der Puder-Luftdüsen-Aufnahme 506 und der dem Grundkörper 503 der Puder-Luftdüse 501 abgewandten ringförmigen Fläche 516 des Randes des Rohrs 515 eine Dichtung 522 angeordnet.

[0092] Das Funktionsprinzip des fünften Ausführungsbeispiels entspricht im Wesentlichen dem des zweiten in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiels.

[0093] In Figur 7 sind zwei zu der in Figur 6 ähnliche Puder-Luftdüsen 501 in einer Trägerplatte 508 angeordnet. Die Puder-Luftdüsen 501 sind jeweils einem Ausgang des Verteilers 60, der in Verbindung mit den Figuren 8 und 9 näher erläutert ist, nachgeschaltet. Ein zentrales Eingangsrohr 62 des Verteilers 60 ist über ein nicht gezeigtes zentrales Puder-Trägerluft-Speiserohr mit einem nicht dargestellten Puder-Trägerlufterzeuger verbunden. Mit den Puder-Luftdüsen 501 wird ein Papierbogen 70 bestäubt, der in einem Abstand 560 von etwa 84 mm von den Pudernebel-Auslassöffnungen 5 angeordnet ist. Der horizontale Abstand 562 der Achsen der beiden Puder-Luftdüsen 501 beträgt etwa 28 mm. Jede Puder-Luftdüse 501 besprüht auf dem Papierbogen 70 eine Kreisfläche mit dem Radius 564 von etwa 14 mm. Die Kreisflächen der beiden benachbarten Puder-Luftdüsen 501 berühren sich gerade, so dass kein Überschneidungsbereich der Puder-Luftdüsen 501 und somit keine Anhäufung von Puderpartikeln 2 dort entsteht.

[0094] In Figur 8 ist im Längsschnitt und in Figur 9 isometrisch der im Zusammenhang mit den in Figuren 1 bis 7 dargestellten Puder-Luftdüsen 1; 201; 301; 401; 501 eingeführte Verteiler 60 gezeigt. Der Verteiler 60 weist einen kreiszylinderförmigen Zentralkörper 64 auf, in den V-förmig in einer die Zylinderachse enthaltenen Ebene zwei im Wesentlichen identische Ausgangsrohre 66 eingesteckt sind. Beide Schenkel des V's führen hierbei symmetrisch zu einer Achse des Zentralkörpers 64 aus einer der Stirnflächen des Zentralkörpers 64 heraus. An der Spitze des V's münden die beiden Ausgangsrohre 66 in ein zentrales Eingangsrohr 62, welches koaxial zum Zentralkörper 64 aus dessen anderer Stirnseite herausführt. Das Eingangsrohr 62 ist über ein nicht dargestelltes zentrales Puder-Trägerluft-Speiserohr mit einem nicht gezeigten Puder-Trägerluftstrom-Erzeuger verbunden. Von den Ausgangsrohren 66 führt jeweils ein ebenfalls nicht dargestelltes Puder-Trägerluft-Speiserohr zu einer der in Verbindung mit Figuren 1 bis 7 beschriebenen oder einer ähnlichen Puder-Luftdüse. Mit dem Verteiler 60 wird der Puder-Trägerluft-Strom 13 in Strömungsrichtung 11 aus dem zentralen Puder-Trägerluft-Speiserohr gleichmäßig auf die beiden Ausgangsrohre 66 verteilt.

[0095] In Figur 10 ist eine Anordnung einer Vielzahl zu den in Figuren 6 und 7 dargestellten ähnlichen Puder-Luftdüsen 501 in einer Trägerplatte von vorne und in Figur 11 von der Seite dargestellt. Die Puder-Luftdüsen 501 sind flächig auf Gitterpunkten eines orthogonalen Rasters angeordnet, wobei etwa 20 Puder-Luftdüsen 501 pro Meter vorgesehen sind. Aus jeder der Puder-Luftdüsen 501 tritt ein Pudernebel-Strom 19 mit einem

für alle Puder-Luftdüsen 501 identischen Öffnungskegel in Richtung eines in Figuren 10 und 11 unten angedeuteten Papierbogens 70 aus.

[0096] In Figur 12 ist ein sechstes Ausführungsbeispiel einer Puder-Luftdüse 601 im vertikalen Schnitt dargestellt. Diejenigen Elemente, die zu denen des ersten in Figur 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel ähnlich sind, sind mit denselben Bezugszeichen versehen, so dass bezüglich deren Beschreibung auf die Ausführungen zum ersten Ausführungsbeispiel Bezug genommen.

[0097] Die Puder-Luftdüse 601 ist in eine parallel zum Papierbogen 70 angeordnete Trägerplatte 608 integriert. In der Trägerplatte 608 verlaufen oberhalb der Puder-Luftdüse 601 ein Puder-Trägerluft-Speiserohr 625 und eine Anzahl von Temperierkanälen 680 parallel zur Trägerplatte 608. Zwei Trägerluft-Auslasskanäle 635 führen quer zu einem Puder-Trägerluft-Kanal 607 auf der dem Papierbogen 70 zugewandten Seite der Trägerplatte 608 seitlich aus der Puder-Luftdüse 601 heraus.

[0098] Die Mantellinien des Kegelmantels der Außenseite dieser kegelförmigen Puder-Luftdüse 601 sind von außen betrachtet konkav gebogen, so dass die Puder-Luftdüse 601 dort die Form eines Rotationshyperboloids aufweist. Auf diese Weise entstehen bei Betrieb der Puder-Luftdüse 601 tangential in Richtung der Mantellinien des Kegelmantels laminar zirkulierende Luftströmungen 640.

[0099] In Figur 13 ist ein siebtes Ausführungsbeispiel einer Puder-Luftdüse 701 isometrisch und in Figur 14 im vertikalen Schnitt dargestellt. Diejenigen Elemente, die zu denen des ersten in Figur 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel ähnlich sind, sind mit denselben Bezugszeichen versehen, so dass bezüglich deren Beschreibung auf die Ausführungen zum ersten Ausführungsbeispiel Bezug genommen.

[0100] Die Puder-Luftdüse 701 ist hier mit einem eine 90°-Biegung aufweisenden Einlasskanalabschnitt 715 des einen in Figur 14 sichtbaren Puder-Trägerluft-Auslasskanal 735 mitbildenden Puder-Trägerluft-Speiserohrs 725 seitlich mit einer Überwurfmutter 760 an einen Träger 708 befestigt. Das Puder-Trägerluft-Speiserohr 725 ist im Träger 708 mit dem in Verbindung mit Figuren 8 und 9 beschriebenen, nicht gezeigte Verteiler verbunden.

[0101] Ein Trägerluft-Auslasskanal 735, welcher nur in Figur 14 gezeigt ist, ist hier ähnlich wie beim dritten Ausführungsbeispiel aus Figur 3 auf der Krümmungsinnenseite mit dem Inneren des Einlasskanalabschnitts 715 verbunden. Im Unterschied zum dritten Ausführungsbeispiel verläuft der Trägerluft-Auslasskanal 735 hier jedoch schräg mit einer Richtungskomponente in Strömungsrichtung 21 des Pudernebel-Stroms 19.

[0102] Bei allen Ausführungsbeispielen kann die Geschwindigkeit, mit der der Pudernebel-Strom 19 ausgegeben wird, abhängig von einem Sensorsignal für die Druckgeschwindigkeit, insbesondere für die Geschwindigkeit, mit der die Papierbögen 70 bestäubt und/oder in der Vorrichtung transportiert werden, veränderbar sein.

[0103] Außerdem kann bei allen Ausführungsbeispielen die Geschwindigkeit, mit der der Pudernebel-Strom 19 ausgegeben wird, abhängig von einem Sensorsignal für die Druckgeschwindigkeit, insbesondere die Geschwindigkeit, mit der die Druckprodukte, insbesondere die Papierbögen 70 bestäubt und/oder in der Vorrichtung transportiert werden, veränderbar sein.

[0104] Die Düse, insbesondere Puder-Luftdüse 1; 101; 301; 401; 501; 601; 701, kann statt mit Luft auch mit einem anderen Trägergas betrieben werden.

[0105] Die Puder-Luftdüse 1; 101; 301; 401; 501; 601; 701 kann auch mehr als einen Einlass, insbesondere Einlasskanalabschnitt 15; 315; 415; 515; 715, für den Puder-Trägergas-Strom und/oder mehrere Pudernebel-Auslässe, insbesondere Pudernebel-Auslasskanäle 17; 117; 417, aufweisen.

[0106] Der Abscheider 39; 339; 439 kann auch mehr als vier Trägergas-Auslässe, insbesondere Trägergas-Auslasskanäle 35; 135; 335; 435; 635, aufweisen.

[0107] Alle Kanäle können auch eine andere Form aufweisen.

[0108] Es kann auch ein andersartiger Verteiler 60, beispielsweise ein dreifach- oder vierfach-Verteiler, vorgesehen sein, dem dann mehr als zwei Düsen nachgeschaltet sein können.

[0109] Eine Vielzahl von Düsen, insbesondere Puder-Luftdüsen 1; 101; 301; 401; 501; 601; 701, kann statt entlang von Geraden auch entlang von Kurven flächig oder in einer Reihe angeordnet sein.

[0110] Außerdem können die Puder-Luftdüsen 1; 101; 301; 401; 501; 601; 701 so ausgestaltet sein, dass sie eine Injektorwirkung haben und eine Druckerhöhung im konzentrierter Pudernebel-Strom 19 um etwa 0,4 bar bis 1,2 bar bewirken.

[0111] Statt Papierbögen 70 können mit der Vorrichtung auch andere Druckprodukte bestäubt werden. Auch andere Produkte wie Gummiwaren oder Glas, die mit einer Puderschicht versehen werden sollen, können unter Verwendung der beschriebenen Düsen bestäubt werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Bestäuben von Produkten, insbesondere Druckprodukten, mit wenigstens einer einen Pudernebel abgebenden Düse, wobei die Düse wenigstens einen Einlaß (9) für ein Gemisch aus Puder und einem strömenden Trägergas (Puder-Trägergas-Strom) und wenigstens einen Pudernebel-Auslass (5; 405) umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Düse (1; 101; 301; 401; 501; 601; 701) zwischen dem Einlass (9) und dem Pudernebel-Auslass (5; 405) einen Abscheider (39; 339; 439) zur Abscheidung wenigstens eines Teils des Trägergases (41) aus dem Puder-Trägergas-Strom (13) umfasst und der Abscheider (39; 339; 439) wenigstens einen Trä-

- gergas-Auslass (35; 135; 335; 435; 635) für den abgeschiedenen Teil des Trägergases (41) aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
dass der Abscheider (39; 339; 439) ein Massenkraftabscheider ist.
 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Pudernebel-Auslass (5; 405) einen kleineren Querschnitt als der Einlass (9) hat.
 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, **dass** der Abscheider (39) einen geraden Puder-Trägergas-Kanal (7; 107) umfasst, der einen erweiterten Bereich (33; 133) aufweist, an dessen Anschluss stromabwärts sich der Puder-Trägergas-Kanal (7; 107) konzentrisch mit einem verengten Querschnitt fortsetzt, wobei wenigstens stromaufwärts und/oder stromabwärts des erweiterten Bereichs (33; 133) wenigstens ein trichterförmiger Übergang (31; 131) vorgesehen ist und der wenigstens eine Trägergas-Auslass (35; 135) im Wesentlichen radial aus dem erweiterten Bereich (33; 133) des Puder-Trägergas-Kanals (7; 107) führt.
 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**,
dass ein Trägergas-Auslasskanal (35) senkrecht zum Puder-Trägergas-Kanal (7) aus dem erweiterten Bereich (33) in die Umgebung führt.
 6. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**,
dass ein Trägergas-Auslasskanal (135) wenigstens eine Biegung oder einen Knick aufweist und aus dem erweiterten Bereich (133) in die Umgebung führt, wobei der Trägergas-Auslasskanal (135) anfänglich mit einer Richtungskomponente (151) in Strömungsrichtung des Puder-Trägergas-Stroms (13) und an seinem dem erweiterten Bereich (133) abgewandten Ende zumindest radial zum Puder-Trägergas-Kanal (107), vorzugsweise mit einer Richtungskomponente (153) entgegen der Strömungsrichtung des Puder-Trägergas-Stroms (13), verläuft.
 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der erweiterte Bereich (33) aus dem wenigstens einen Trägergas-Auslasskanal (35) mitgebildet ist.
 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Puder-Trägergas-Kanal (7; 107) stromaufwärts des erweiterten Bereichs (33; 133) einen Bündelungsbereich (29; 129) für den Puder-Trägergas-Strom (13) aufweist.
 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Abscheider (339) einen gekrümmten Puder-Trägergas-Kanal (307) aufweist, der stromabwärts der Krümmung auf der Krümmungsinenseite eine Abscheideöffnung (371) mit einem in den Puder-Trägergas-Kanal (307) hineinragenden Fluidleitmittel (373) für den abzuschheidenden Teil des Trägergases (41) zu dem Trägergas-Auslass (335) aufweist.
 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Abscheider ein Zyklon (439) ist, dessen Sammelbehälter (495) mit wenigstens einem Pudernebel-Auslass (405) und dessen Tauchrohr (493) mit dem Trägergas-Auslass (435) verbunden ist.
 11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** wenigstens zwei Düsen (501) einem Verteiler (60) nachgeschaltet sind.
 12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** eine Vielzahl von Düsen (501) entlang einer geraden oder gekrümmten Kurve oder angeordnet ist.
 13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, **dass** der abgeschiedene Teil des Trägergases (41) nach Austritt aus dem Trägergas-Auslass (35; 135; 335; 435; 635) vom Pudernebel weg strömt, insbesondere wenigstens senkrecht zu einem Pudernebel-Strom (19) nach Austritt aus dem Pudernebel-Auslass (5; 405), vorzugsweise wenigstens zu einem Teil in Gegenrichtung des Pudernebel-Stroms (19), strömt.
 14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, **dass** die Außenseite der Düse (1; 101; 301; 401; 501; 601; 701) wenigstens im Bereich des Pudernebel-Auslasses (5; 405) kegelförmig ist.
 15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Mantellinien des Kegelmantels der Düse (601) von außen betrachtet konkav gebogen sind, insbesondere der Kegelmantel ein Rotationshyperboloid ist.
 16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, **dass** eine Absaugeinrichtung zum Absaugen überschüssigen Puders insbesondere aus dem Bereich zwischen der Düse (1;

101; 301; 401; 501; 601; 701) und dem Druckprodukt vorgesehen ist.

17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 5
dadurch gekennzeichnet, dass die Geschwindigkeit, mit der der Pudernebel ausgegeben wird, abhängig von einem Sensorsignal für die Druckgeschwindigkeit, insbesondere die Geschwindigkeit, mit der die Druckprodukte bestäubt und/oder in der 10
Vorrichtung transportiert werden, veränderbar ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

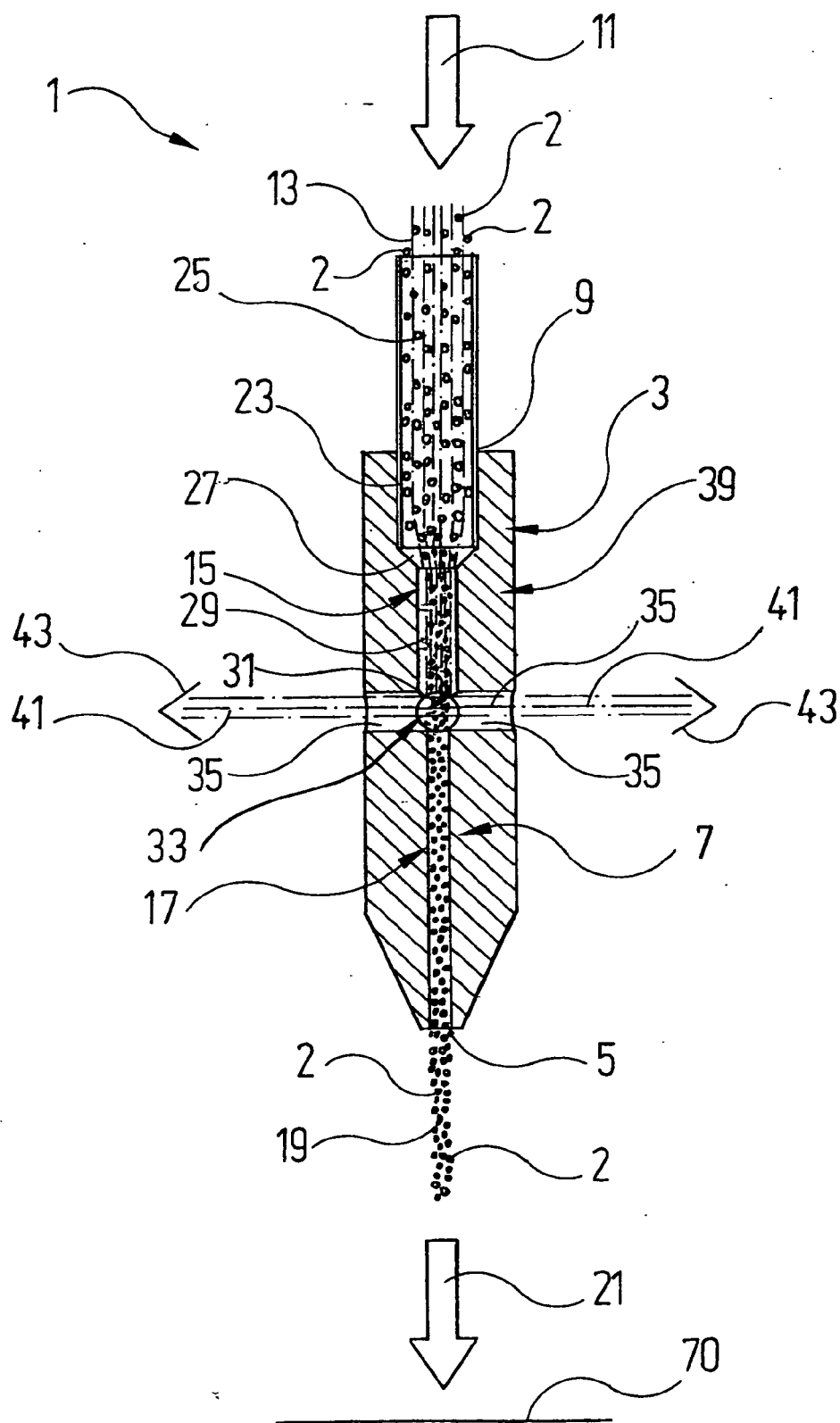


Fig. 1

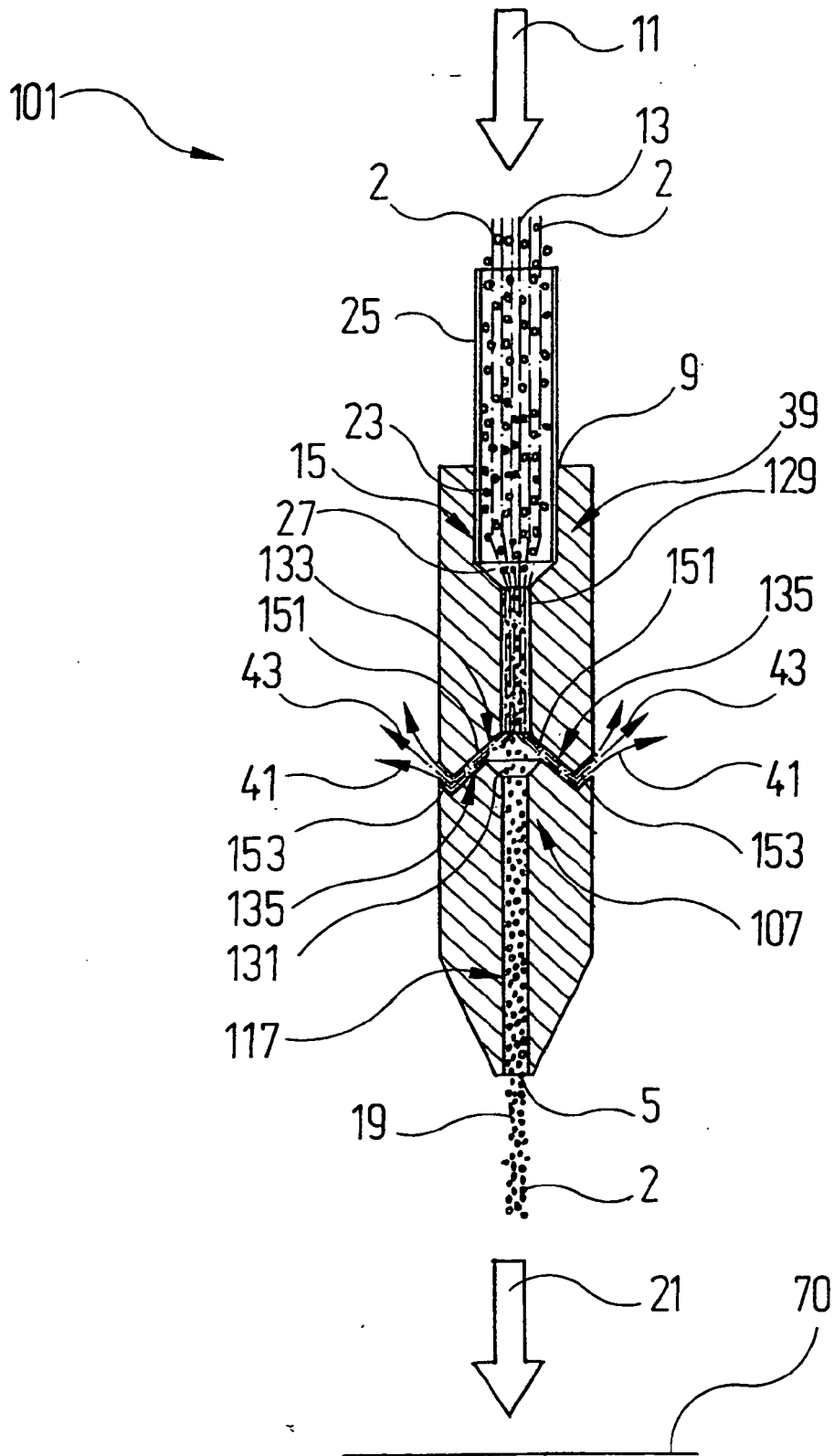


Fig. 2

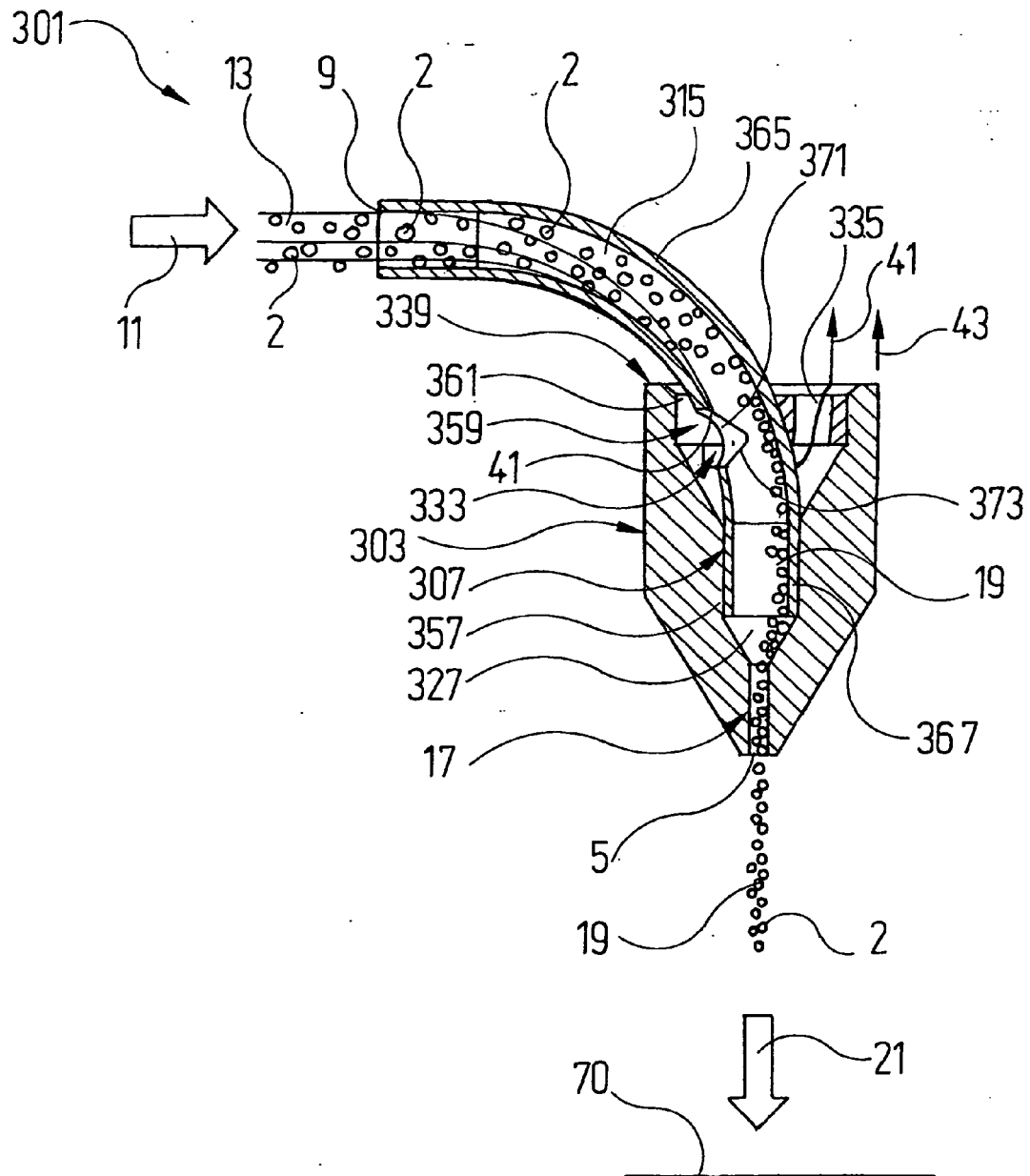
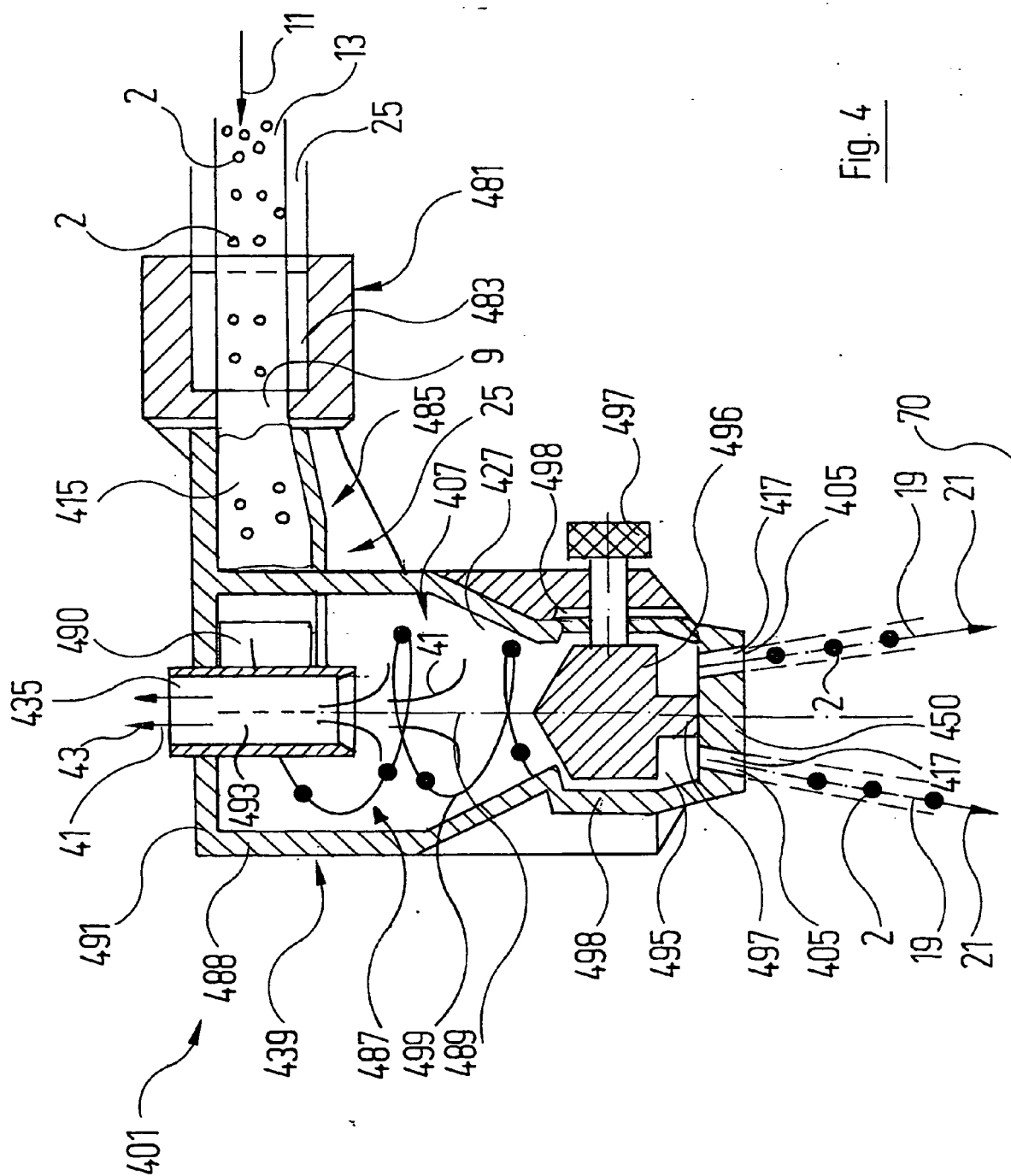


Fig. 3



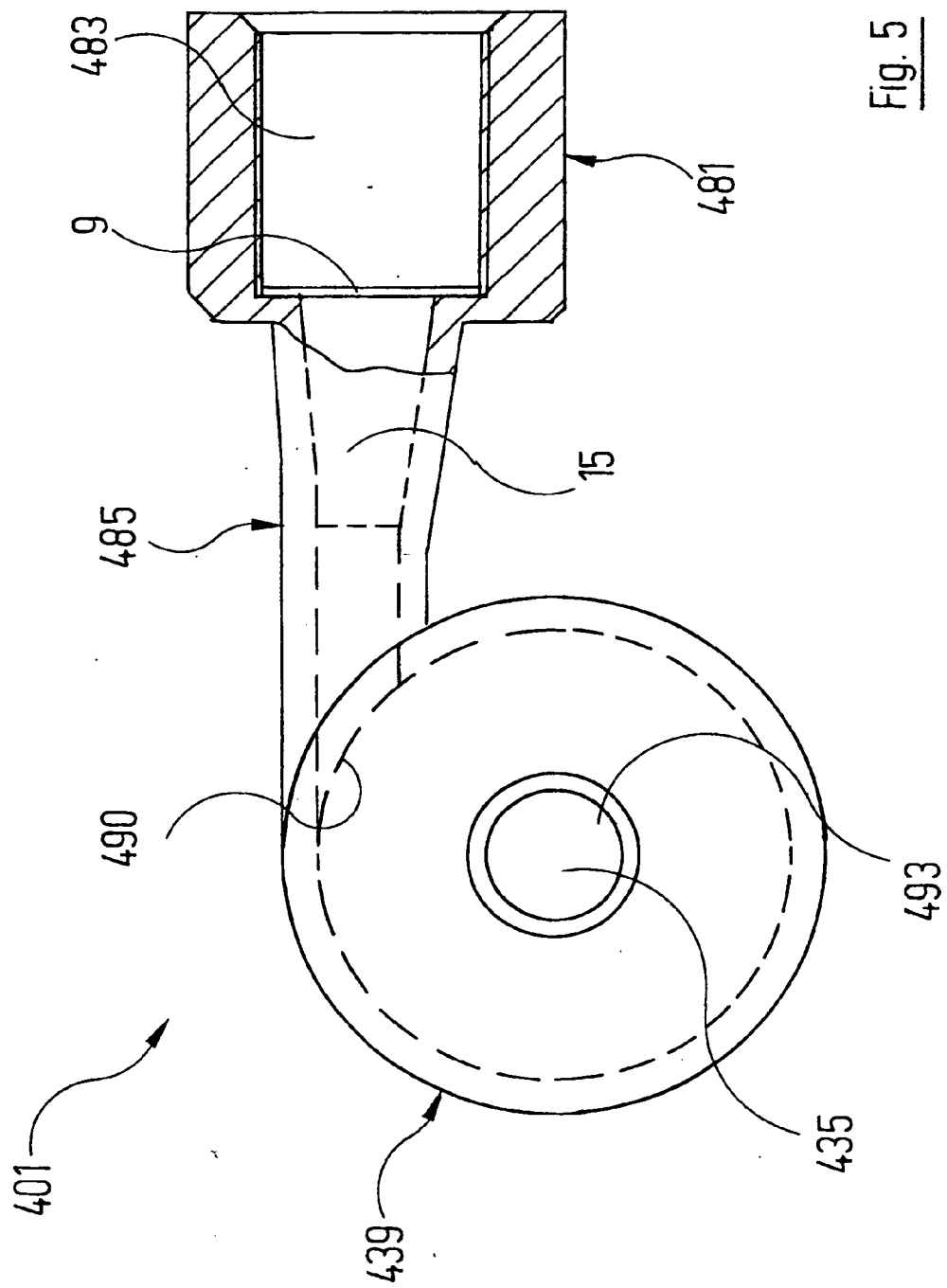


Fig. 5

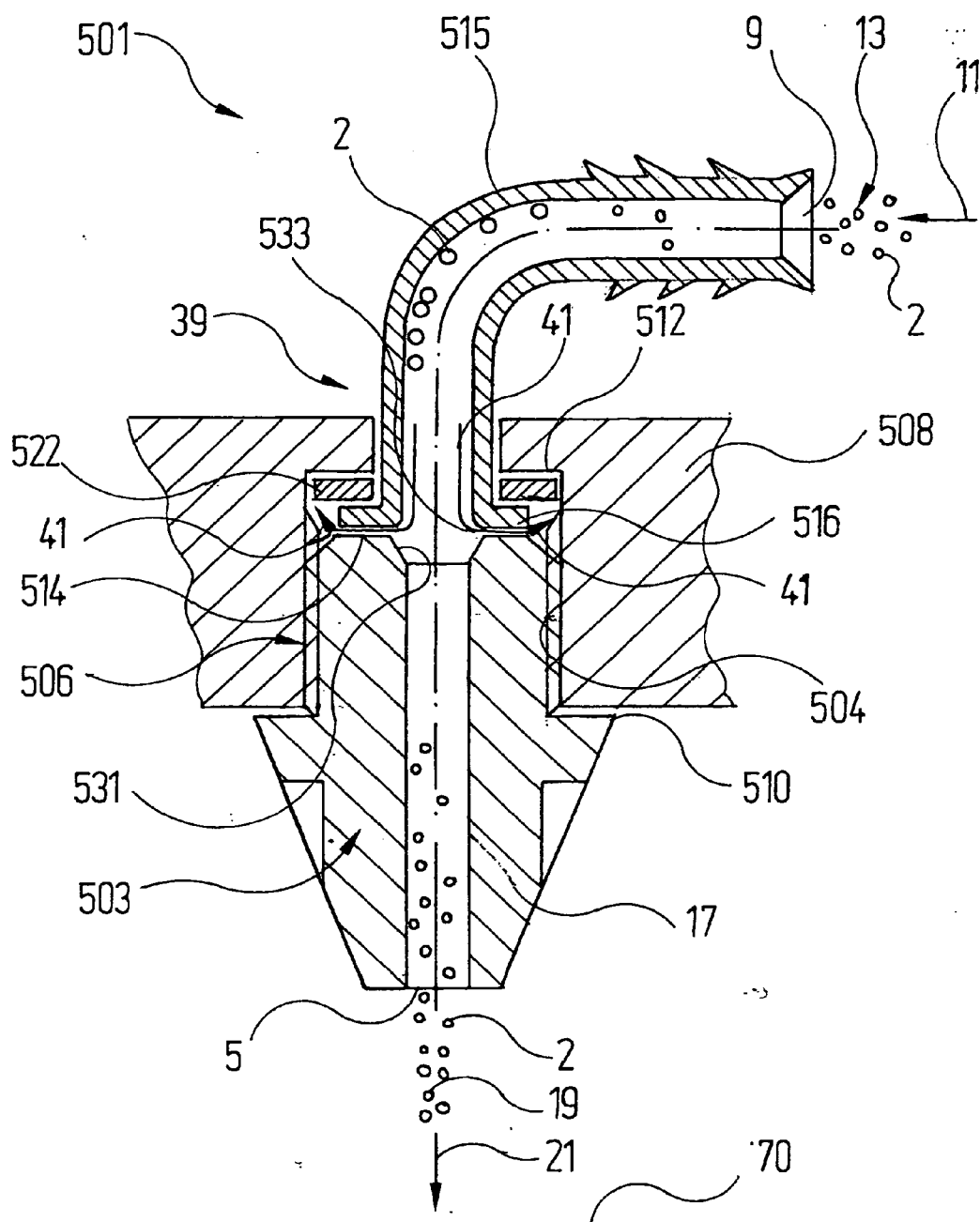


Fig. 6

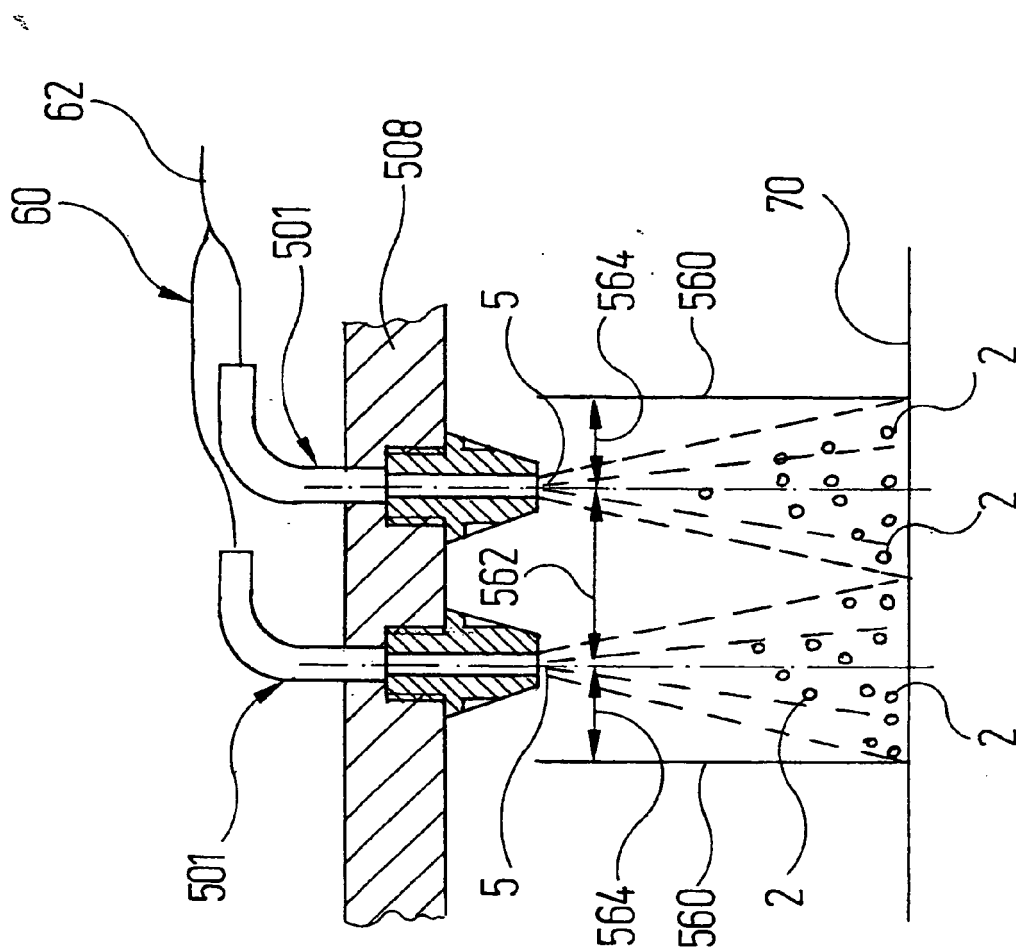


Fig. 7

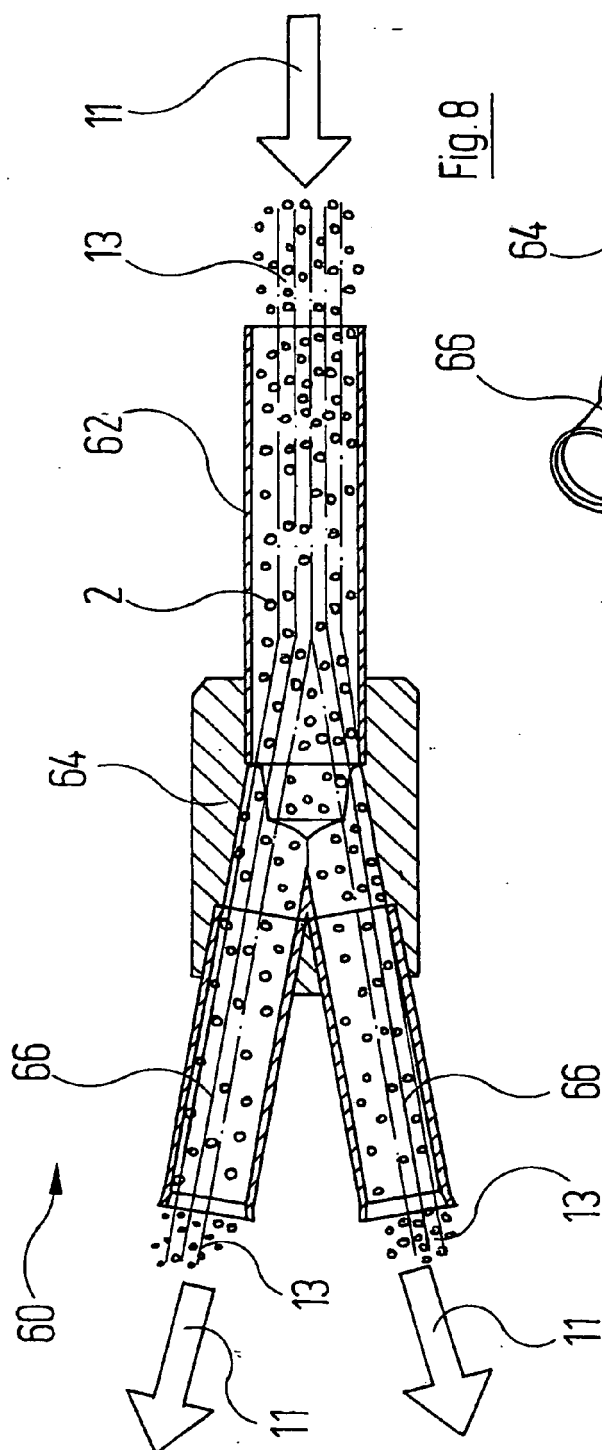


Fig. 8

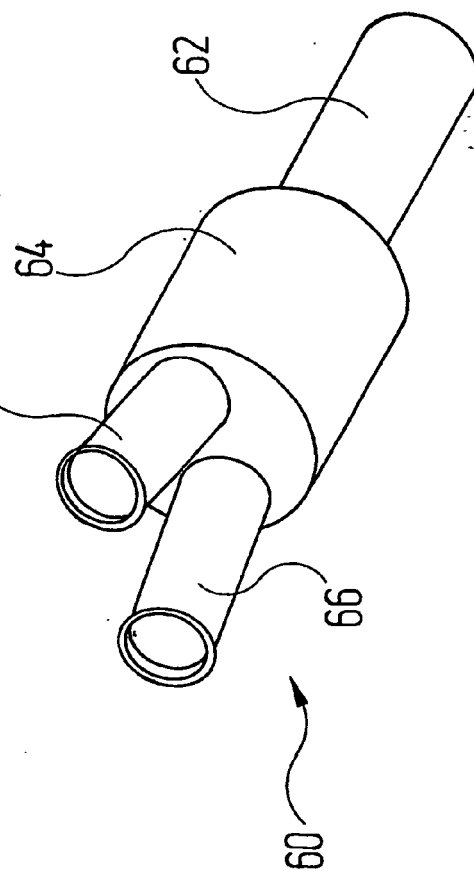


Fig. 9

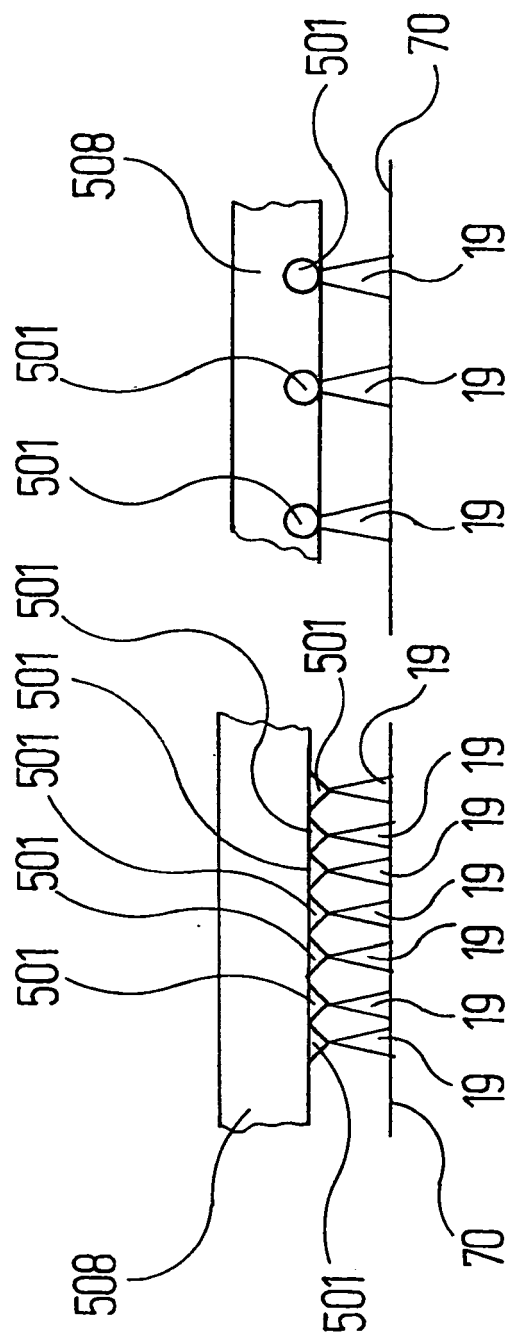


Fig. 10

Fig. 11

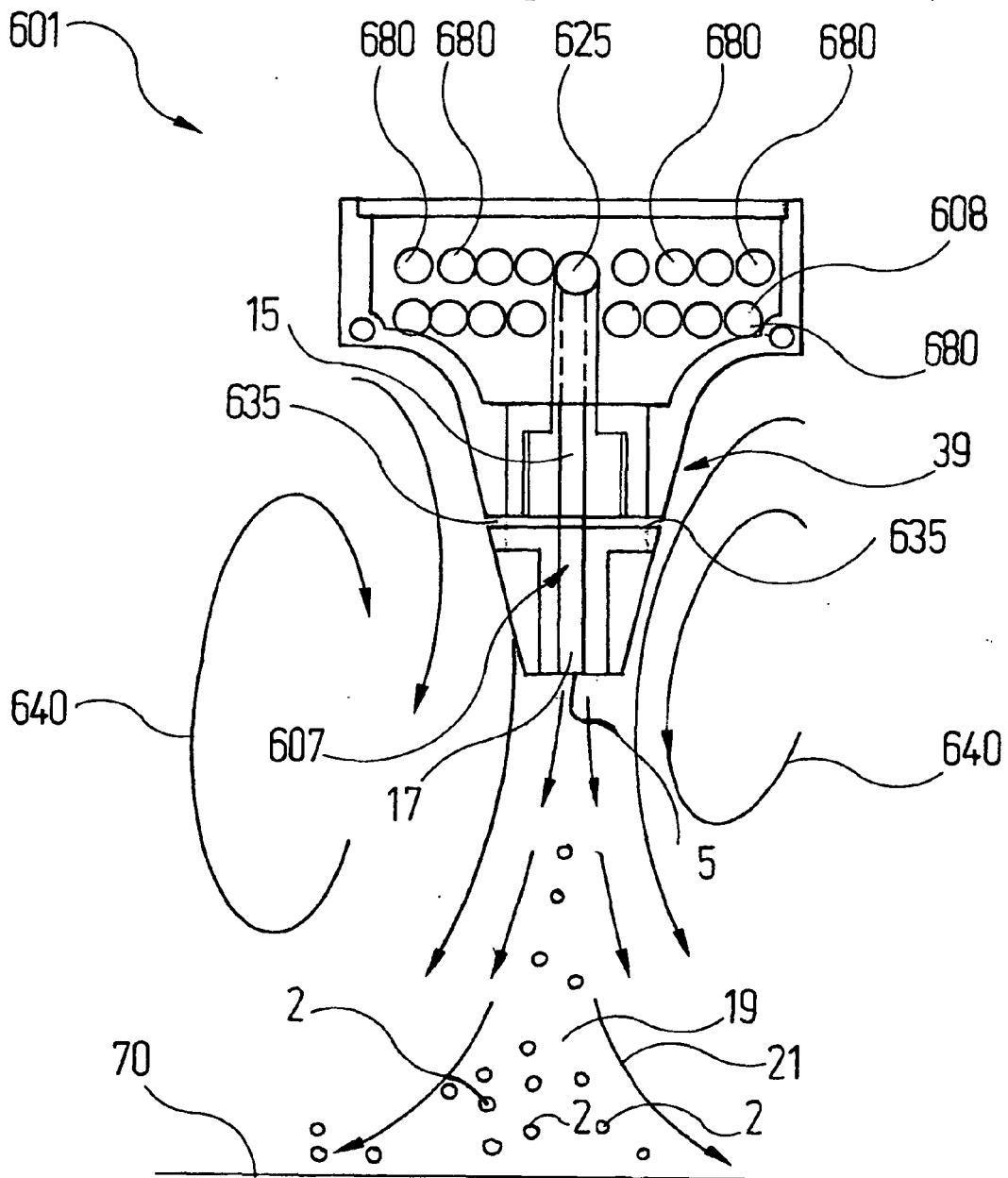


Fig.12

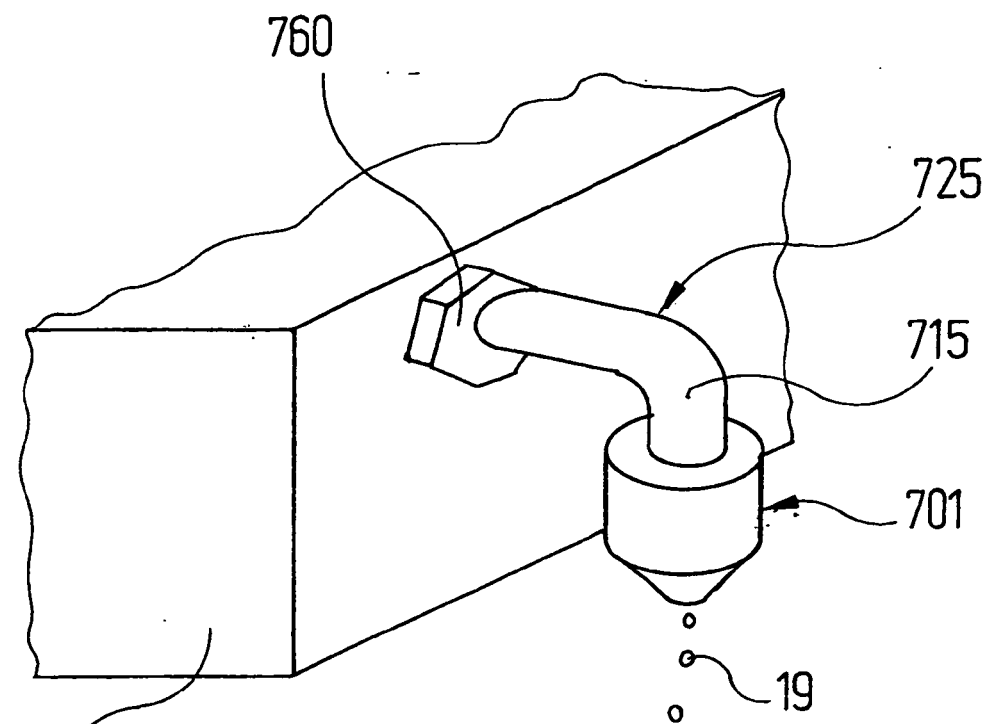


Fig. 13

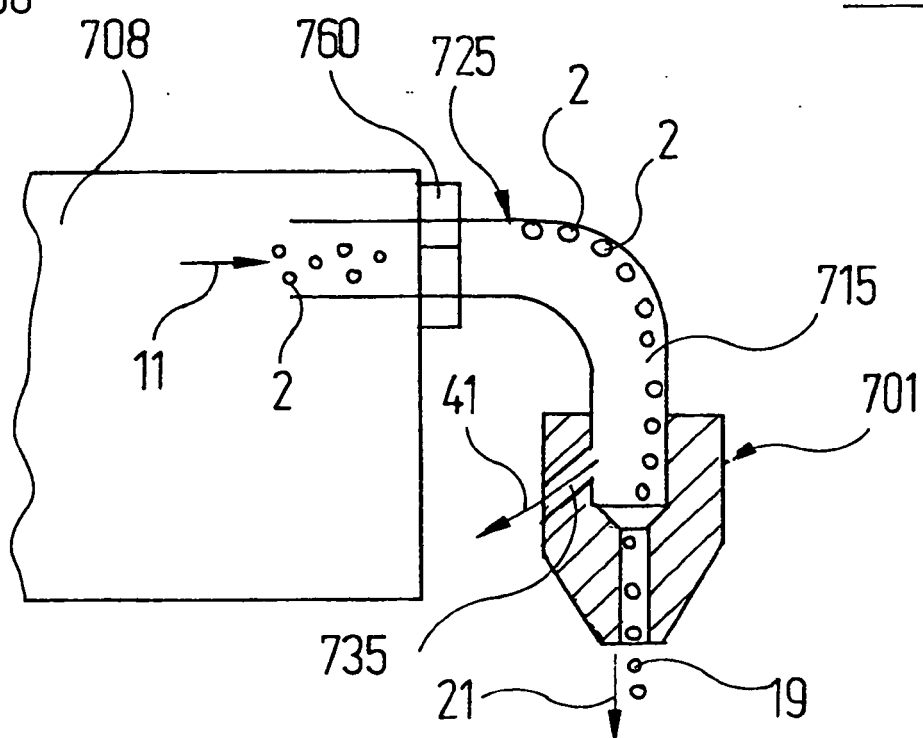


Fig. 14