



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 218 060 A1

4(51) B 65 G 53/40

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP B 65 G / 255 660 5	(22)	14. 10. 83	(44)	30. 01. 85
------	-----------------------	------	------------	------	------------

(71)	Technische Hochschule Ilmenau, Abteilung Plasmatechnik, 6100 Meiningen, Nachtigallenstraße 13, DD				
(72)	Kranz, Erich, Dr. sc. nat. Dipl.-Phys., DD				

(54) Fördergerät für nicht oder schlecht rieselfähige Pulver

(57) Die Erfindung betrifft ein Fördergerät für nicht oder schlecht rieselfähige Pulver für plasmatechnische Zwecke, insbesondere für das Plasmaspritzen, für die Plasmachemie und Plasmametallurgie. Das Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines Pulverfördergerätes mit geringer Eigenmasse für die gleichmäßige Förderung ohne Verklumpungen und Rückstände mit Förderraten von 5 g bis 100 g pro Minute mit Korngrößen von 0,3 mm bis unter 0,1 Mikrometer. Die Aufgabe wird mittels eines neuen Grundprinzipes der Pulverförderung gelöst. Erfindungsgemäß besteht das Fördergerät aus einem senkrecht angeordneten, mit einem Druckausgleichsanschluß versehenen, verschleißbaren und an einem Vibrator angeschlossenen Vorratsgefäß mit kreisförmiger unterer Innenkante, in dem ein mit 30° Kegelwinkel schlanker, mit bis 50 Umdrehungen pro Sekunde rotierender Kegel aus abriebfestem Material axial so angeordnet ist, daß ein Ringspalt von null bis 1 mm verstellbarer Breite verbleibt, durch den das Pulver in ein Pulverwirbelgefäß fällt. Dort wird es von einem tangential einströmenden Fördergasstrom erfaßt und zur Plasmaapparatur gefördert. Fig. 1

Fördergerät für nicht oder schlecht rieselfähige Pulver

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Fördergerät für nicht oder schlecht rieselfähige Pulver für plasmatechnische Zwecke, insbesondere zur kontinuierlichen und gleichmäßigen Pulverförderung und Pulverdosierung für das Plasmaspritzen und für die Plasmabearbeitung von Pulvern in der Art einer physikalischen und chemischen Stoffwandlung, beispielsweise für die Herstellung von Hartmetall- und Hartstoffschichten, die Korngrößenwandlung, Sphäroidisierung, Plasmachemie und Plasmametallurgie. Sie ist anwendbar für Pulverförderraten ab 1 g/min und für Pulverkorngrößen unter 0,3 mm bis herab unter 0,1 Mikrometer.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Förderung von Pulvern sind als grundsätzliche technische Lösungen bekannt: Die Verwendung von Förderschnecken, z. B. nach DE-AS 1150024 oder DE-AS 1162277, die Verwendung von Injektoren, z. B. nach DD-WP 73589, DE-OS 222232, die Verwendung einer von Druckgas durchströmten Fritte, über der ein Wirbelbett erzeugt wird, z. B. nach DD-WP 30114, DD-WP 47339, DE-PS 1077501, auch gekoppelt mit einem nachgeschalteten Injektor, z. B. nach DD-WP 117361.

Diese technischen Lösungen haben folgende Nachteile: Bei Förderschnecken fällt an deren Ende das geförderte Pulver in zeitlich ungleichmäßigen Raten ab, bei schlecht rieselfähigen Pulvern in zumeist verklumpten Teilmengen. Injektoren ohne zusätzliche Vorrichtungen fördern nur rieselfähige Pulver. Werden sie anderen Vorrichtungen nachgeschaltet, die ungleichmäßige oder verklumpte Pulvermengen zuführen, so können Injektoren diese Mängel nicht beseitigen. Die Pulveraufwirbelung über Fritten hat den Nachteil der Korngrößen-separation (Windsichtereffekt), wodurch das stets vorhandene Korngrößen-spektrum des Pulvers verändert wird und größere Pulverteilchen im Vorratsgefäß zurückbleiben.

Weitere bekannte grundsätzliche technische Lösungen, und zwar zur dosierten Pulverförderung, verwenden Förderzahnräder, z. B. nach DE-AS 1239600 und DE-OS 2536763, und rotierende Walzen mit Nuten (Prinzip der Kartoffelscheibe), z. B. nach DD-WP 55516, oder eine Zylinderlochtrommel, z. B. nach DE-AS 2430816, wobei Injektoren den Transport der dosierten Pulvermengen übernehmen. Für schlecht rieselfähige Pulver haben diese technischen Lösungen die Nachteile der Klumpenbildung und damit der stoßweisen Förderung und des Zusetzens der Nuten und Zahnzwischenräume mit anhaftendem Pulver. Die gleichen Nachteile besitzen auch Pulverfördergeräte mit rotierenden Scheiben mit Dosierkammern und Abstreifern, z. B. nach DD-WP 124146, bei denen Abstreifer u. a. in Form von Bürsten vorgeschlagen werden, um Pulverklumpen zu zerteilen.

Speziell für schlecht rieselfähige Pulver sind technische Lösungen bekannt, die zur Dosierung einen Ringspalt über einer rotierenden Scheibe und Pulverabstreifer verwenden, z. B. nach DE-PS 1097609, DD-WP 137733, oder bei denen rotierende Drahtspeichen als Zuteiler oder Dosierer über einer rotierenden Lochscheibe mit über den Löchern angeordneten Druckgasdüsen nach DD-WP 130849 wirken. Im DD-WP 137733 hat speziell der Vorratsbehälter einen nach unten sich stufenweise erweiternden Querschnitt, um das Haften schlecht rieselfähiger Pulver an der Gefäßwand zu vermeiden. Diese Lösungen haben folgende Nachteile: Alle sind relativ kompliziert aufgebaut, erfordern relativ große Pulvermengen für die Inbetriebnahme und ergeben große, nicht förderbare Pulverrückstände und damit Reinigungsprobleme beim Pulversortenwechsel. Sie haben eine große Masse der Förderapparatur und sind deshalb nicht zur Pulverförderratenkontrolle auf einfache Weise stellbar oder montierbar. Außerdem haben sie teilweise komplizierte Verschleißteile, z. B. Drahtspeichen mit speziellen Formen und kleiner Dicke nach DD-WP 130849. Sie verhindern nicht die Klumpenbildung. Deshalb ist z. B. im DD-WP 137733 ein Sieb mit rotierenden Bürsten vorgesehen. Sie haben dadurch auch deutliche Förderratenschwankungen, weil die momentane Pulverfördermenge, z. B. durch die Löcher im DD-WP 130849, stoßweise transportiert wird und nicht klein gegenüber der Gesamtbeförderrate ist.

Weiterhin ist die Anwendung von Vibrationseinrichtungen zur Unterstützung der Pulverförderung bekannt, z. B. nach DE-AS 1150024 zur Unterstützung einer Förderschnecke, im DE-PS 1077501 zusammen mit dem Injektorprinzip und im DE-PS 946314 zur Unterstützung einer Wirbelschicht. Damit werden einige der genannten Mängel gemindert, aber nicht beseitigt.

Als Hilfsmittel zur Verteilung des Pulvers im Vorratsgefäß zum Rande hin, wo die eigentliche Dosierung durch Spalte oder Löcher erfolgt, werden relativ stumpfe Kegel mit zu kleinem Basisdurchmesser, also mit nicht optimaler Größe, angewendet, z. B. im DD-WP 130849, oder sie wirken als Kegelschluß, wie in der DE-AS 1212871. Die genannten Mängel werden damit nicht oder nur unzureichend beeinflusst.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines Fördergerätes, insbesondere für nicht oder schlecht rieselfähige Pulver, das für beliebige Korngrößen unter 0,3 mm bis weit unterhalb 0,1 Mikrometer eine gleichmäßige Dosierung und Förderung des Pulvers ohne Rückstände im Vorratsgefäß oder einem anderen Teil des Fördergerätes leistet, eine möglichst geringe Eigenmasse hat, damit es auf eine Waage oder auf ein anderes Massen- oder Massendifferenzmeßgerät montiert werden kann, das auch kleine Pulvermengen, z. B. ab 5 g, restlos fördern kann und das damit die Mängel der bisher bekannten technischen Lösungen vermindert oder beseitigt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch eine neues Grundprinzip und mit zusätzlicher Verwendung bekannter Teillösungen ein Fördergerät zu schaffen, das eine gleichmäßige Förderung für Pulver beliebiger Rieselfähigkeit und mit reproduzierbar einstellbaren Förderraten gewährleistet. Die technischen Ursachen der bereits bekannten Lösungen werden erfindungsgemäß beseitigt oder vermieden. Diese sind nachteilig gestaltete Vorratsgefäßwände und Oberflächen beliebiger Fördergeräteeile, auf oder an denen nicht förderbares Pulver anhaften oder sich ablagern kann, Dosiernuten, -löcher oder -kammern, die schub- oder stoßweise geleert werden oder sich mit nicht rieselfähigem Pulver verstopfen können, für die Förderung nachteilige Toträume in Vorratsgefäßen auf rotierenden Scheiben, die Verwendung des gegen die Wirkung der Schwerkraft gerichteten Wirbelschichtprinzips mit der dadurch bewirkten Korngrößen-separation, die Verwendung von Förderschnecken oder Abstreifern mit der bei schlecht rieselfähigen Pulvern eintretenden statistischen Abbröckelung ungleich großer Pulvermengen und die durch alle genannten Ursachen mögliche Zufuhr von Pulverklumpen oder Koagulationen und damit die diskontinuierliche Pulverzufuhr in die Förderleitung. Schließlich ist erfindungsgemäß die durch die genannten

Mängelursachen bedingte Nachzerkleinerung oder Förderratenhomogenisierung durch Siebe oder Bürsten und außerdem sind große Fördergerätabmessungen und -massen und komplizierte Verschleißteile der bekannten technischen Lösungen zu vermeiden.

Erfindungsgemäß wird die technische Aufgabe wie folgt gelöst: In einem senkrecht angeordneten zylindrischen Vorratsgefäß für das zu fördernde Pulver befindet sich axial zentrisch ein mit der Spitze nach oben gerichteter Kegelkörper, dessen Kegelwinkel möglichst kleiner als 30° ist und dessen Basisdurchmesser größer als der Durchmesser der unteren Innenkante des Vorratsgefäßes ist. Der Kegelkörper besteht insgesamt oder in seiner Mantelzone aus einem harten, abriebsfesten Material. Er ist so befestigt, daß ein zwischen 0,01 mm und 1 mm breiter Ringspalt zwischen seiner Mantelfläche und der unteren Innenkante des Vorratsgefäßes reproduzierbar einstell- und feststellbar und schnell schließ- und öffenbar ist. Mittels eines axialen Antriebes, bestehend aus einer Antriebswelle mit einer außerhalb des Vorratsgefäßes und der anderen pulverführenden Vorrichtungsteile angeordneten Antriebseinheit, kann der Kegelkörper mit reproduzierbar einstellbarer Drehzahl im Bereich null bis 50 Umdrehungen pro Sekunde um seine Längsachse gedreht werden. Das Vorratsgefäß ist mit einem gasdicht verschließbaren und zur Pulvernachfüllung abnehmbaren Deckel versehen. Unterhalb des Kegelkörpers befindet sich ein am Vorratsgefäß befestigtes, reproduzierbar ein- und feststellbares Pulverwirbelgefäß, dessen Verstellung und Einstellung auch eine solche des Ringspaltes zwischen Kegelkörper und Vorratsgefäß bewirkt. Das Pulverwirbelgefäß hat einen nach unten kegelförmig spitz geformten Innenraum, in dem unterhalb oder im Bereich der Basis des Kegelkörpers ein tangential angeordnetes Fördergaseinströmrohr oder mehrere Fördergaseinströmrohre und an dessen unterer Spitze ein Pulverförderrohr gasdicht angeschlossen sind. Mit dem Fördergaseinströmer durch eine zumindest teilweise flexible Gasleitung verbunden ist eine unterhalb des Deckels des Vorratsgefäßes am Vorratsgefäß oder im Deckel selbst angeschlossene Druckausgleichsleitung. Die Antriebswelle des Kegelkörpers besitzt mit Wellendichtringen gegen Verschmutzung und Pulvereinwirkung geschützte Lager. Notwendige Lagerstützen besitzen zum Vermeiden von Pulverablagerungen steile Begrenzungen mit spitzen Oberkanten. Das Pulverwirbelgefäß oder das Vorratsgefäß ist fest mit einer vorzugsweise in senkrechter Richtung wirkenden elektromagnetischen Vibrationsvorrichtung verbunden. Ihre Vibrationsfrequenz beträgt vorzugsweise 100 Hz und kann variiert werden. Vorratsgefäß, Pulverwirbelgefäß, Vibrationseinrichtung und die Antriebseinheit für die Antriebswelle des Kegelkörpers sind auf einem gemeinsamen Trägerkörper befestigt und können auf einer Waage oder einem Massedifferenzmeßgerät befestigt werden. Die Antriebswelle kann senkrecht nach oben oder unten an den Kegelkörper angefügt sein. Ist sie nach oben angefügt, dann ist der Deckel des Vorratsgefäßes auf der Antriebswelle frei verschiebbar gestaltet. Mittels eines festen oder feststellbaren Anschlages, beispielsweise in Form eines Durchmesserabsatzes oder eines verstell- und feststellbaren Ringes auf der Antriebswelle, wird die einstellbare Breite des Ringspaltes konstant gehalten. Mittels einer mit bekannten Mitteln mechanisch oder elektromagnetisch zu betätigenden Einrichtung kann mit einer axialen Bewegung der Antriebswelle mit dem Kegelkörper der Ringspalt geschlossen und geöffnet werden.

Der Durchmesser des Ringspaltes zwischen Vorratsgefäß und Kegelkörper beträgt mindestens 5 mm, vorzugsweise 10 mm bis 30 mm, und wird durch die zu fördernde Pulvermenge pro Zeiteinheit festgelegt. Diese beträgt 5 g bis 100 g pro Minute. Das Vorratsgefäß ist an dem Pulverwirbelgefäß mittels einer Gewindeverbindung angeschraubt. Diese ist mit mindestens einem Dichtring gegen Pulvereinwirkung und Verschmutzung geschützt. Zur Fixierung der Gewindeeinstellung dient eine Klemmschraube, die auf einen außerhalb des Gewindes angeordneten Federklemmring wirkt.

Das Vorratsgefäß kann zur Vergrößerung seines Fassungsvermögens im oberen Bereich schwach kegelförmig und anschließend zylindrisch erweitert ausgeführt sein. Es ist insgesamt oder an seiner Innenseite, zumindest an seiner Unterkante, aus einem weicheren Material als der Kegelkörper gefertigt, beispielsweise aus Aluminium, Messing oder Glas. Der Kegelkörper oder nur seine Mantelfläche besteht aus Stahl, gehärtetem Stahl, Hartmetall oder ist mit einer Hartstoffschicht versehen.

Die Antriebswelle ist, je nachdem, ob sie oben oder unten an dem Kegelkörper angefügt ist, außerhalb des Deckels des Vorratsgefäßes oder des Pulverwirbelgefäßes mit Wellengelenken versehen oder als biegsame Welle ausgeführt. Der Druckausgleichsanschluß am Vorratsgefäß und das Fördergaseinströmrohr am Pulverwirbelgefäß sind mit Schlauchleitungen miteinander verbunden und mit einem Absperrventil oder -hahn an eine gemeinsame Fördergasversorgungsanlage, beispielsweise an eine Druckgasleitung oder Druckgasflasche so angeschlossen, daß oberhalb des Pulvers im Vorratsgefäß mindestens der gleiche Gasdruck oder ein Überdruck im Vergleich zum Gasdruck im Pulverwirbelgefäß einstellbar ist. Das Pulverförderrohr ist ohne oder mit einem Absperrhahn an eine Plasmaanlage für die Pulververarbeitung oder -bearbeitung, beispielsweise an ein Spritzplasmatron oder an einen Plasmareaktor, angeschlossen. Als Antriebseinheit für die Rotation des Kegelkörpers wird vorzugsweise ein Gleichstrommotor mit einer von null aufwärts kontinuierlich regelbaren und einstellbaren Drehzahl verwendet.

Die Funktion der erfindungsgemäßen Lösung ist:

Nach dem Einfüllen des Pulvers in das Vorratsgefäß und Schließen des Deckels, dem Einschalten der Fördergasströmung, der Kegelkörperrotation und der Vibrationsvorrichtung fällt das Pulver durch die erfindungsgemäß vereinte Wirkung von Schwerkraft, Reibung und Zentrifugalkraft beim Abschleudern vom rotierenden Kegelkörper und durch die auflockernde und statistisch ausgleichende Wirkung der Vibration durch den Ringspalt tangential schräg nach unten in den Pulverwirbelraum, wo es vom tangential einströmenden Trägergasstrom erfaßt und durch die Ausströmöffnung und angeschlossenen Förderleitung zur Plasmaapparaturs transportiert wird. Ein geringer Überdruck im Vorratsgefäß, herstellbar durch die Verbindung zur Fördergasleitung, unterstützt die Pulverfallbewegung. Die einzustellende Breite des Ringspaltes ist nur wenig größer als die maximal zu fördernde Korngröße. Damit kann keine Pulververklumpung oder -koagulation in das Pulverwirbelgefäß gelangen und zur Plasmaapparaturs gefördert werden.

Bei einem Kegelwinkel kleiner als 30° , einer entsprechend steilwandigen Vorratsgefäßweiterung zur Aufnahme größerer Pulvermengen und mit steilen Seitenflächen nach oben in einer Kante auslaufenden Lagerstützen für die Antriebswelle verbleiben keine Pulverrückstände im Vorratsgefäß und im bezüglich des Durchmessers und der Länge möglichst klein gestalteten Pulverwirbelgefäß. Für dessen Innenraum genügt ein Kegelwinkel von 30° , um ein Pulverabsetzen völlig zu vermeiden.

Die Förderrate und damit die Dosierung der Fördermenge ist abhängig vom Durchmesser und der Breite des Ringspaltes, der Rotationsgeschwindigkeit des Kegelkörpers und der Korngrößenverteilung des Pulvers. Davon ist die Breite des Ringspaltes die Haupteinstellgröße. Sie ist unter sonst gleichen Bedingungen für unterschiedliche Korngrößen verschieden, aber reproduzierbar. Die Einstellung der Breite des Ringspaltes geschieht durch Schraubbewegung der Gewindeverbindung zwischen Vorratsgefäß und Pulverwirbelgefäß. Das Feststellen der gewünschten Breite des Ringspaltes geschieht mit der auf

dem Federklemmring wirkenden Klemmschraube und mit dem verstellbaren Anschlag auf der Antriebswelle. Die mögliche Kleinheit und geringe Masse des gesamten Fördergerätes macht die Dosierung auch kleiner Pulvermengen ab 5g und deren einwandfreie Förderung und dabei eine Förderratenmessung möglich.

Gut rieselfähige Pulver sind mit der erfindungsgemäßen Lösung ebenfalls förderbar. Sie benötigen oft keine Rotation des Kegelkörpers und keine Vibration, aber stets den Verschluss des Ringspaltes bis zum Beginn und nach der Beendigung des Fördervorganges mit Hilfe der Verschlussrichtung durch axiales Verschieben der Antriebswelle mit dem Kegelkörper. Damit wird verhindert, daß außerhalb der Förderzeit Pulver durch den Ringspalt in das Pulverwirbelgefäß fällt. Der Beginn der Förderung kann auch bei offenem Ringspalt dadurch bewirkt werden, daß der Vorratsbehälter erst zu diesem Zeitpunkt aus einem größeren Vorratsbehälter über eine mit einem Absperrhahn versehene Füllleitung gefüllt wird.

Durch die Wahl eines verschleißfesten Werkstoffes für den Kegelkörper oder nur für seinen Mantelbereich und eines weichen Werkstoffes für den Bereich der unteren Innenkante des Vorratsgefäßes wird der Verschleiß am Fördergerät minimiert und betrifft nur die untere Innenkante des Vorratsgefäßes. Durch Nachstellen der Breite des Ringspaltes und Auswechseln oder Nacharbeiten des Innenkantenbereiches des Vorratsgefäßes ist die Verschleißwirkung zu beseitigen.

Das Wesentliche der erfindungsgemäßen Lösung ist die kontinuierliche und nicht schub- oder stoßweise Pulverdosierung und Pulverförderung durch das einfache Mittel eines engen Ringspaltes um einen rotierenden Kegelkörper mit Unterstützung durch Vibration und Gasdruck und der nachfolgende kontinuierliche Pulvertransport durch die Mitnahme der einzelnen Pulverteilchen während ihrer Fallbewegung nach dem Passieren des Ringspaltes durch den Fördergasstrom. Er beschleunigt die Pulverteilchen durch die sich verengende Wirbelgefäßform und verhindert damit ein Absetzen des Pulvers. Im Vorratsgefäß eventuell vorhandene Pulverklumpen werden im engen Ringspalt zerrieben. Die wirkenden Zwängkräfte durch die Schwerkraft, Zentrifugalkraft, Vibrationskräfte und durch den Gasdruckausgleich erlauben mit der Wandgestaltung aller Gefäßteile und dem spitzen Kegelwinkel des rotierenden Kegelkörpers keine Stockung der Dosierung und Förderung und keinen Pulverrückstand in der Fördervorrichtung.

Ausführungsbeispiel

Anhand von zwei Ausführungsbeispielen soll der Gegenstand der Erfindung näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: einen Längsschnitt durch das Fördergerät mit oberhalb des rotierenden Kegelkörpers angeordneter Antriebswelle und Antriebseinheit und

Fig. 2: einen Längsschnitt durch das Fördergerät mit unterhalb des rotierenden Kegelkörpers angeordneter Antriebswelle und Antriebseinheit.

Fig. 1 zeigt als erstes Ausführungsbeispiel ein Fördergerät für nicht oder schlecht rieselfähige Pulver mit einem senkrecht angeordneten, zumindest in seinem unteren Teil zylindrisch geformten Vorratsgefäß 1 für das zu fördernde Pulver 2 mit einem gasdicht verschließenden und abnehmbaren Deckel 3 und einem Druckausgleichsanschluß 4, der am Vorratsgefäß 1 oder am Deckel 3 angebracht sein kann. Axial konzentrisch zur kreisförmigen unteren Innenkante des Vorratsgefäßes 1 mit dem von der im Bereich 5g bis 100g pro Minute möglichen Pulverförderrate abhängigen Durchmesser d_1 , der 5mm betragen kann, ist ein rotierender Kegelkörper 5 mit senkrecht nach oben gerichteter Spitze angeordnet. Die Drehzahl des Kegelkörpers 5 ist von null bis zu einem möglichen Maximalwert von 50 Umdrehungen pro Sekunde kontinuierlich regelbar und reproduzierbar einstellbar. Der Einstellwert ist durch die Förderrate und Korngröße des Pulvers bestimmt. Der rotierende Kegelkörper 5 besteht insgesamt oder in seiner Mantelzone aus einem harten, abriebfesten Material, zum Beispiel aus Stahl, gehärtetem Stahl oder Hartmetall. Er hat einen Kegelwinkel von 30° oder kleiner und einem größten Durchmesser d_2 , der größer als der Durchmesser d_1 der unteren Innenkante des Vorratsgefäßes 1 ist. Der Rotationsantrieb des Kegelkörpers 5 geschieht mit einer an der Kegelspitze befestigten und von dieser nach oben führenden Antriebswelle 6, welche durch mit Wellendichtringen 7 gegen Verschmutzen und Pulvereinwirkung geschützten Lagern 8 geführt wird. Diese Lager 8 und ihre notwendigen Lagerstützen 9 sind mit steilen Seitenflächen und spitzen Oberkanten versehen, um Pulverablagerungen auf ihnen zu vermeiden. Sie haben beispielsweise einen schmalen dreieckförmigen Querschnitt, wie er in Fig. 1 gestrichelt angedeutet ist. Unterhalb des Vorratsgefäßes 1 ist ein an dieses mittels einer Schraubverbindung befestigtes, in senkrechter Richtung kontinuierlich verstellbares und reproduzierbar einstellbares Pulverwirbelgefäß 10 so angeordnet, daß ein gleichmäßig breiter Ringspalt 11 zwischen der unteren Innenkante des Vorratsgefäßes 1 und der Mantelfläche des Kegelkörpers 5 mit einer Spaltbreite s zwischen 0,01mm und 1mm reproduzierbar eingestellt werden kann. Das Pulverwirbelgefäß 10 hat einen im Durchmesser möglichst kleinen und nach unten kegelförmig spitz mit einem Kegelwinkel von 30° oder kleiner geformten Innenraum. Sein Innendurchmesser ist weniger als 10mm größer als der größte Durchmesser d_2 des Kegelkörpers 5. Im Pulverwirbelgefäß 10 sind unterhalb oder im Bereich der Basis des Kegelkörpers 5 tangential ein Fördergaseinströmröhr 12 oder mehrere davon und an der unteren Spitze ein Pulverföhrrohr 13 gasdicht angeschlossen. An dem Pulverwirbelgefäß 10 oder dem Vorratsgefäß 1 ist eine elektromagnetische Vibrationsvorrichtung 14 angeschlossen, deren Frequenz variabel ist und das vorzugsweise mit einer Frequenz von 100Hz betrieben wird. Als Antriebseinheit 15 für die Rotation des Kegelkörpers 5 wird ein von null bis 100 Umdrehungen pro Sekunde kontinuierlich regel- und einstellbarer Gleichstrommotor verwendet. An ihm ist die Antriebswelle 6 außerhalb des Deckels 3 mit Wellengelenken 19 oder einer biegsamen Welle angeschlossen. Das Vorratsgefäß 1, das Pulverwirbelgefäß 10, die Vibrationseinrichtung 14 und die Antriebseinheit 15 sind auf einem gemeinsamen Trägerkörper 16 befestigt, der seinerseits auf einer Waage oder einem Massendifferenzmeßgerät 17 befestigbar ist. Die Antriebswelle 6 ist mit einem festen oder verstellbaren Anschlag 18 versehen, beispielsweise in Form eines Durchmesserabsatzes oder eines einstellbaren oder feststellbaren Ringes. Mit ihm ist die eingestellte Spaltbreite s des Ringspaltes 11 konstant zu halten oder auch der Ringspalt 11 mit Hilfe einer auf den Anschlag 18 und die Antriebswelle 6 oder auf den unterhalb des Kegelkörpers 5 angeordneten Zapfen des Lagers 8 wirkenden, mechanisch oder elektromagnetisch zu betätigenden Verschlussvorrichtung zu schließen und zu öffnen.

Das Vorratsgefäß 1 ist im oberen Bereich schwach kegelförmig erweitert und anschließend nach oben wieder zylindrisch ausgeführt, um größere Pulvervorräte aufnehmen zu können. Es kann dafür auch mit einem zweiten, größeren Vorratsgefäß durch eine absperrbare Pulverleitung verbunden sein. Das Vorratsgefäß 1 ist aus einem weicheren Material als der Kegelkörper 5 gefertigt und besteht vorzugsweise aus Aluminium; kann aber beispielsweise auch aus Stahl, Messing, Glas oder einem Kunststoff bestehen. Der Bereich der unteren Innenkante kann auswechselbar gestaltet oder leicht nachbearbeitbar sein. Der Druckausgleichsanschluß 4 und das Fördergaseinströmröhr 12 sind durch zumindest teilweise flexible Rohr- oder

Schlauchleitungen miteinander verbunden und mit einem Absperrventil oder Absperrhahn 20 an eine gemeinsame Fördergasleitung angeschlossen, die von einer Druckgasleitung oder einer Druckgasflasche gespeist wird. Dadurch ist oberhalb des Pulvers 2 im Vorratsgefäß 1 mindestens der gleiche Gasdruck vorhanden oder einstellbar wie im Pulverwirbelgefäß 10. Das Pulverförderrohr 13 am unteren Ende des Pulverwirbelgefäßes 10 wird mit oder ohne einem Absperrhahn 21 an eine Plasmaanlage angeschlossen.

Die zur Einstellung der Spaltbreite s dienende Schraubverbindung zwischen dem Vorratsgefäß 1 und dem Pulverwirbelgefäß 10 ist gegen Pulvereinwirkung und Verschmutzung durch mindestens einen Dichtring 22 geschützt. Die Feststellung der Schraubverbindung geschieht mit einer auf einen Federklemmring 23 wirkenden Klemmschraube 24.

Fig. 2 zeigt als zweites Ausführungsbeispiel ein Fördergerät für nicht oder schlecht rieselfähige Pulver, das sich von dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, daß die Antriebswelle 6 an der Basisfläche des Kegelkörpers 5 befestigt und senkrecht nach unten geführt ist. Unterhalb des gegenüber Fig. 1 in der Form veränderten Pulverwirbelgefäßes 10 befindet sich die über Wellengelenke 19 angeschlossene Antriebseinheit 15. Die Lager 8 und Lagerstützen 9 sowie der Anschlag 18 sind in Lage und Form gegenüber Fig. 1 verändert. Die nach unten führende Verjüngung des Innenraumes des Pulverwirbelgefäßes 10 ist schräg seitlich nach unten gerichtet und damit auch das angeschlossene Förderrohr 13 mit dem Absperrhahn 21.

Dieses Ausführungsbeispiel hat gegenüber Fig. 1 den Vorteil des von der Antriebswelle 6 nicht behinderten Pulvers im Vorratsgefäß 1, der besseren Zugänglichkeit und Handhabung des Deckels 3 sowie der einfacheren Möglichkeit des Verschließens des Ringspaltes 11 außerhalb des Betriebszustandes mittels Verstellung des Anschlages 18.

Erfindungsansprüche:

1. Fördergerät für nicht oder schlecht rieselfähige Pulver für plasmatechnische Zwecke, insbesondere für das Plasmaspritzen und die Plasmabearbeitung von Pulvern, **gekennzeichnet dadurch**, daß in einem senkrecht angeordneten, vorzugsweise innen zylindrisch geformten Vorratsgefäß (1) für das Pulver (2) mit einem gasdicht verschließenden und abnehmbaren Deckel (3) und mit einem am Vorratsgefäß (1) oder am Deckel (3) angebrachten Druckausgleichanschluß (4) axial konzentrisch zur unteren kreisförmigen Innenkante des Vorratsgefäßes (1) ein rotierender, in seiner Drehzahl von Null bis zu einem durch die Förderrate des Pulvers bestimmten Maximalwert kontinuierlich regelbar und reproduzierbar einstellbarer Kegelkörper (5) aus einem zumindestens in seiner Außenmantelzone abriebfesten Material mit einem Kegelwinkel (α) von vorzugsweise kleiner oder gleich 30° und einem größten Durchmesser (d_2), der größer als der Durchmesser (d_1) der unteren Innenkante des Vorratsgefäßes (1) ist, mit senkrecht nach oben gerichteter Kegelspitze, mit einer axial entweder von der Kegelspitze nach oben führenden oder von der Kegelbasis nach unten führenden Antriebswelle (6) mit durch Wellendichtringen (7) gegen Pulvereinwirkung und Verschmutzung geschützten Lagern (8) für die Antriebswelle (6), welche selbst oder ihre notwendigen Lagerstützen (9) mit steilen Seitenwänden und spitzen Oberkanten versehen sind, innerhalb eines an dem Vorratsgefäß (1) in senkrechter Richtung kontinuierlich verstellbaren und reproduzierbar einstellbar befestigten Pulverwirbelgefäßes (10) so angeordnet ist, daß ein gleichmäßig breiter Ringspalt (11) zwischen der unteren Innenkante des Vorratsgefäßes (1) und der Mantelfläche des Kegelkörpers (5) mit einer konstanten Spaltbreite (s) beispielsweise zwischen 0,01 mm und 1 mm reproduzierbar eingestellt werden kann, wobei das Pulverwirbelgefäß (10) einen nach unten vorzugsweise kleinen, kegelförmig mit einem Kegelwinkel von 30° oder weniger spitz geformten Innenraum hat, dessen Durchmesser in der Nähe der Basis des Kegelkörpers (5) vorzugsweise 5 mm bis 10 mm größer ist als deren Durchmesser (d_2) und an dem unterhalb oder im Bereich der Basis des Kegelkörpers (5) tangential ein Fördergaseinströmröhr (12) oder mehrere Fördergaseinströmröhre (12) und an der unteren Spitze des Innenraumes ein Pulverförderrohr (13) gasdicht angeschlossen sind, daß das Pulverwirbelgefäß (10) oder das Vorratsgefäß (1) fest mit einer vorzugsweise in senkrechter Richtung wirkenden elektromagnetischen Vibrationsvorrichtung (14) verbunden ist, daß das Vorratsgefäß (1), das Pulverwirbelgefäß (10), die Vibrationsvorrichtung (14) und die auf die Antriebswelle (6) des Kegelkörpers (5) wirkende Antriebseinheit (15) auf einem gemeinsamen Trägerkörper (16) befestigt sind, der auf einem Massendifferenzmeßgerät (17) oder auf einer Waage befestigbar ist, daß an der Antriebswelle (6) ein fester oder verstellbarer Anschlag (18), beispielsweise in Form eines Durchmesserabsatzes oder eines verstell- und feststellbaren Ringes, angebracht ist zur Konstanthaltung der Spaltbreite (s) des Ringspaltes (11) während der Pulverförderung, daß auf den festgestellten Anschlag (18) oder auf die Antriebswelle (6) mechanisch oder elektromagnetisch wirkend, eine Verschlussvorrichtung den Kegelkörper (5) gegen die untere Innenkante des Vorratsgefäßes (1) außerhalb der Pulverförderzeit drückt und damit den Ringspalt (11) schließt, daß die Antriebswelle (6) außerhalb des Deckels (3) oder des Pulverwirbelgefäßes (10) Gelenke (19) enthält oder als biegsame Welle ausgeführt ist, daß der Druckausgleichanschluß (4) und das Fördergaseinströmröhr (12) oder die Fördergaseinströmröhre (12) durch zumindestens teilweise flexible Fördergasleitungen miteinander verbunden sind und mit einem Absperrventil oder einem Absperrhahn (20) an eine gemeinsame Fördergasversorgungsanlage so angeschlossen sind, daß oberhalb des Pulvers (2) im Vorratsgefäß (1) mindestens der gleiche Gasdruck oder ein geringer Überdruck im Vergleich zum Gasdruck im Pulverwirbelgefäß (10) vorhanden ist und daß das Vorratsgefäß (1) oder der Deckel (3) mit einer wahlweise verschließbaren Pulverleitung mit einem größeren Vorratsgefäß verbunden ist, aus dem vor, während oder nach der Förderbetriebszeit Pulver in das Vorratsgefäß (1) gefüllt oder nachgefüllt werden kann.
2. Fördergerät für nicht oder schlecht rieselfähige Pulver, nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Einstellung der Spaltbreite (s) des Ringspaltes (11) mittels einer Schraubverbindung zwischen dem Vorratsgefäß (1) und dem Pulverwirbelgefäß (10) erfolgt, deren Gewinde gegen Verschmutzung und Pulvereinwirkung mindestens mit einem Dichtring (22) geschützt ist und deren Feststellung durch einen Federklemmring (23) mittels einer Klemmschraube (24) erfolgt.
3. Fördergerät für nicht oder schlecht rieselfähige Pulver nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Antriebseinheit (15) für die Rotation des Kegelkörpers (5) ein Gleichstrommotor mit einer von Null aufwärts kontinuierlich regel- und einstellbarer Drehzahl verwendet wird.
4. Fördergerät für nicht oder schlecht rieselfähige Pulver nach Punkt 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Einstellbereich der Drehzahl des Kegelkörpers (5) null bis 50 Umdrehungen pro Sekunde beträgt.
5. Fördergerät für nicht oder schlecht rieselfähige Pulver nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Durchmesser (d_1) des Ringspaltes (11) mindestens 5 mm, vorzugsweise 10 mm bis 50 mm beträgt und durch die zu fördernde Pulvermenge pro Zeiteinheit bestimmt wird, die vorzugsweise 5 g bis 100 g pro Minute beträgt.
6. Fördergerät für nicht oder schlecht rieselfähige Pulver nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Kegelkörper (5) aus Stahl, gehärtetem Stahl oder Hartmetall oder im Bereich seiner äußeren Mantelfläche aus gehärtetem Stahl oder einer Hartstoffschicht besteht und das Vorratsgefäß (1) insgesamt oder an seiner Innenseite, insbesondere aber an der Unterkante der Innenseite, aus einem weicheren Material als der Kegelkörper (5), vorzugsweise aus Aluminium, Messing oder auch aus Glas besteht und daß der untere Teil des Vorratsgefäßes im Bereich der unteren Innenkante auswechselbar gestaltet ist.
7. Fördergerät für nicht oder schlecht rieselfähige Pulver nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Vorratsgefäß (1) im oberen Bereich schwach kegelförmig und auch daran anschließend zylindrisch erweitert ausgeführt ist und daß bei Verwendung einer von der Spitze des Kegelkörpers (5) axial und senkrecht nach oben angeordneten Antriebswelle (6) der Deckel (3) beim und nach dem Lösen vom Vorratsgefäß (1) auf der Antriebswelle nach oben frei verschiebbar ist.
8. Fördergerät für nicht oder schlecht rieselfähige Pulver nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Pulverförderrohr (13) ohne oder mit einem Absperrhahn (21) an eine Plasmaanlage für die Pulververarbeitung oder -bearbeitung, beispielsweise an ein Spritzplasmatron oder an einen Plasmareaktor mit einer möglichst kurzen Förderleitung angeschlossen ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

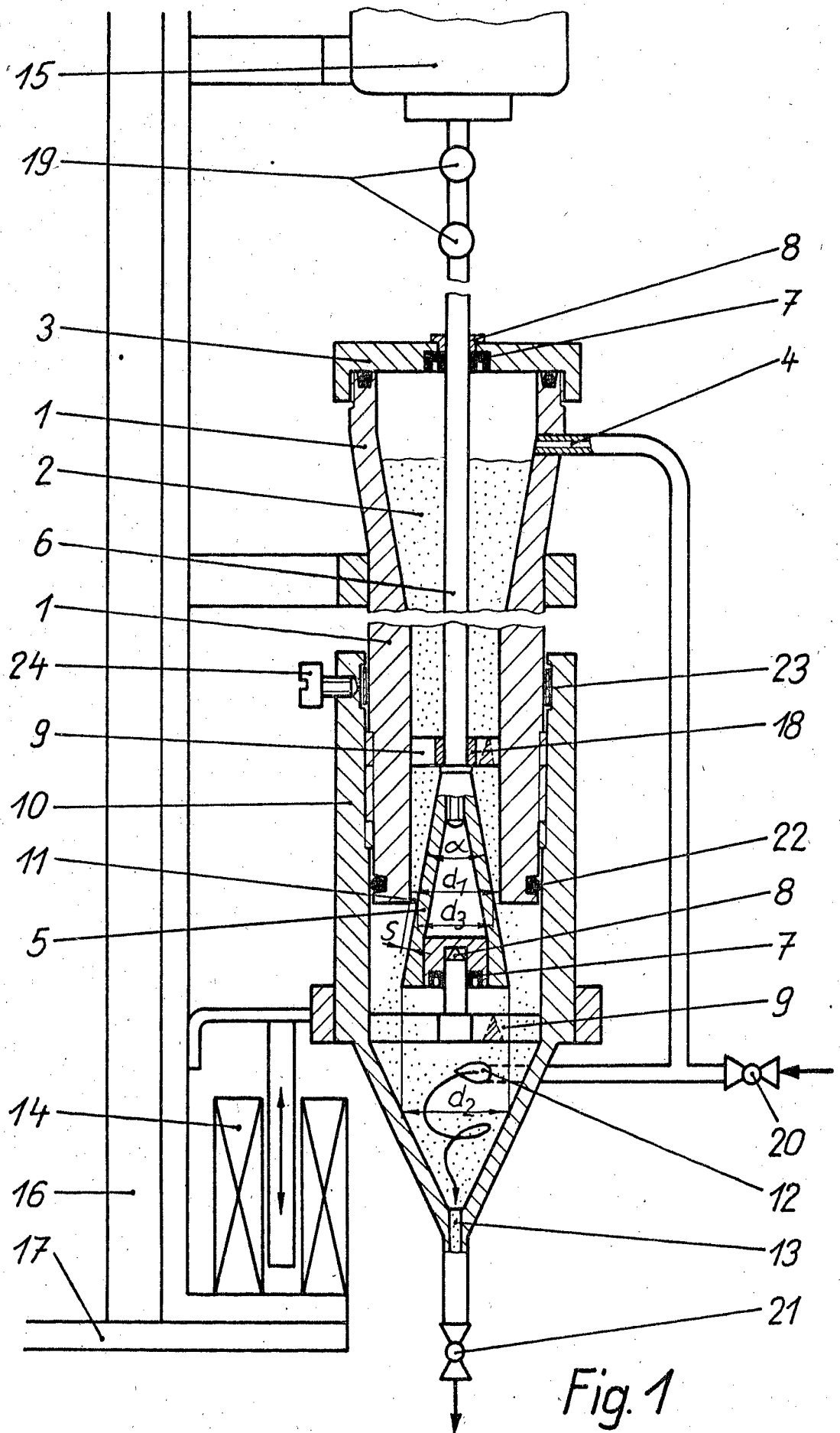


Fig. 1

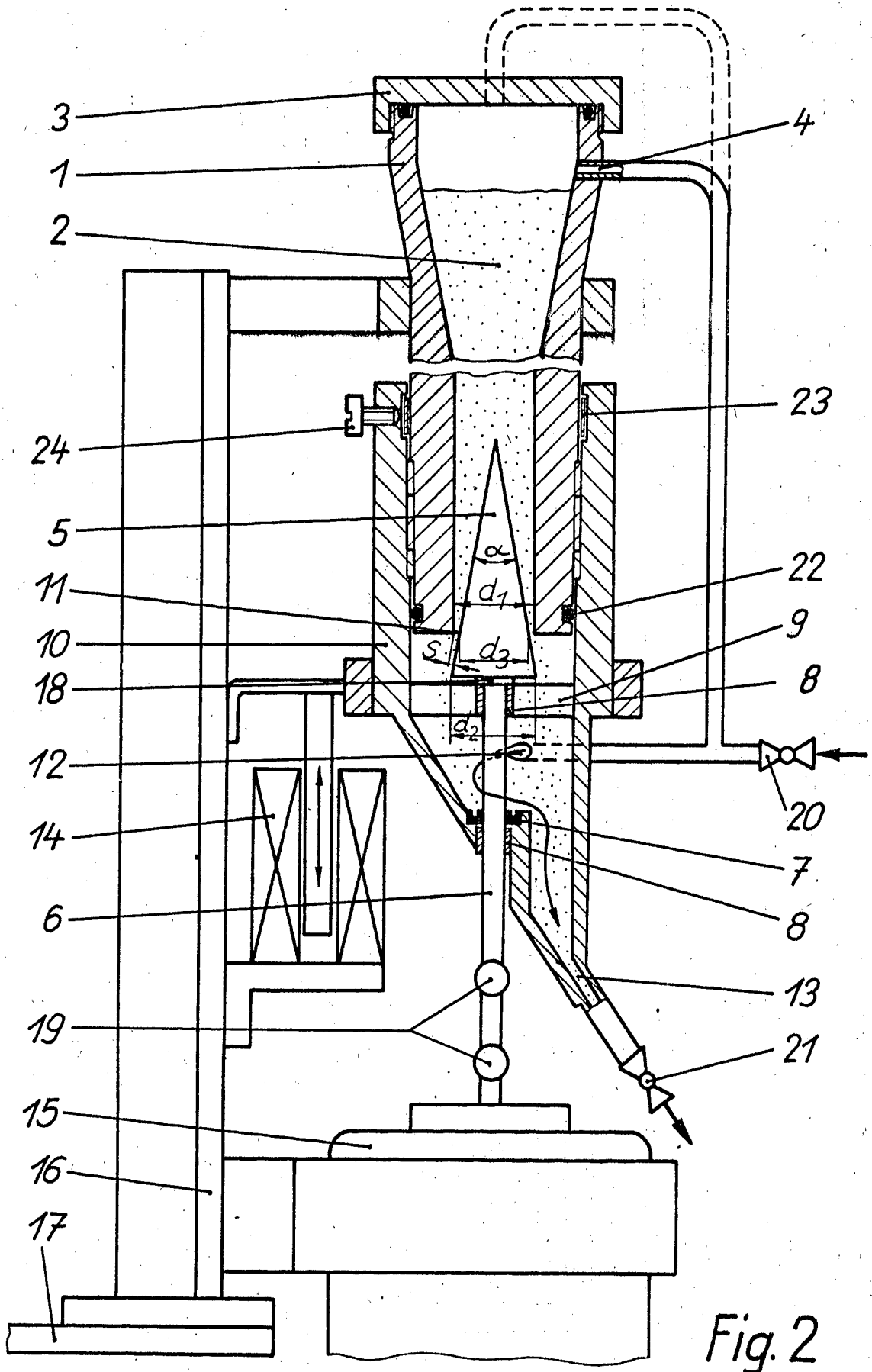


Fig. 2

14.0KI.1983*122389