

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 604 741 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **93118034.3**

51 Int. Cl.⁵: **B05B 1/34**

22 Anmeldetag: **09.12.88**

Diese Anmeldung ist am 06 - 11 - 1993 als Teilanmeldung zu der unter INID-Kode 60 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

30 Priorität: **11.12.87 DE 3742015**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: **06.07.94 Patentblatt 94/27**

60 Veröffentlichungsnummer der früheren Anmeldung nach Art. 76 EPÜ: **0 346 417**

84 Benannte Vertragsstaaten: **CH DE LI**

71 Anmelder: **DEUTSCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT e.V.**

D-53111 Bonn(DE)

72 Erfinder: **Farago, Zoltan Kiefernweg 9**

D-74747 Ravenstein(DE)

Erfinder: **Schork, Tom**

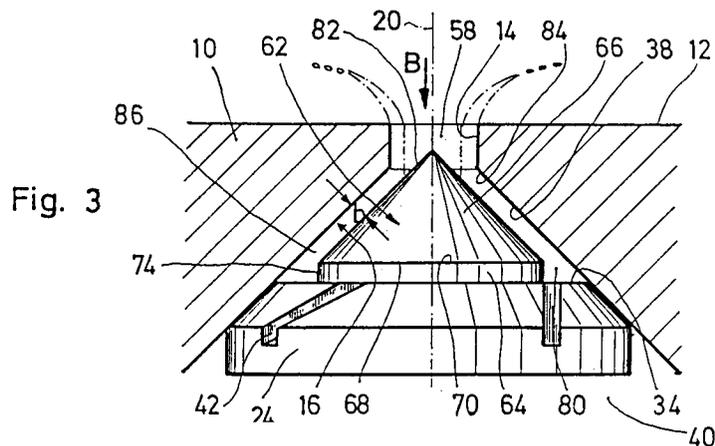
Obere Eckenbergstrasse 42

D-74740 Adelsheim(DE)

74 Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner Uhlandstrasse 14 c**
D-70182 Stuttgart (DE)

54 Dralldüse zum Zerstäuben einer Flüssigkeit.

57 Um eine Dralldüse zum Zerstäuben einer Flüssigkeit mit einer sich über einem Drallkammerboden erhebenden und zu einer dem Drallkammerboden gegenüberliegenden Düsenaustrittsöffnung hin verjüngenden Drallkammer, mit mindestens einem gegenüber einer Mittelachse der Drallkammer seitlich versetzt in diese mündenden Drallkanal und mit einem Drallparameter von 1, derart zu verbessern, daß diese eine Vergrößerung des Eingangsdrahlimpulses bei gleichbleibenden oder geringeren Drallverlusten zuläßt, wird vorgeschlagen, daß sich von dem Drallkammerboden ein die Ausbildung eines Luftkerns in einem bodenseitigen Drallkammerbereich verhindernder Verdrängungskörper erhebt, welcher konzentrisch zur Mittelachse angeordnet ist und im bodenseitigen Teil einen Außendurchmesser aufweist, der mindestens einem Durchmesser der Düsenaustrittsöffnung entspricht.



EP 0 604 741 A2

Die Erfindung betrifft eine Dralldüse zum Zerstäuben einer Flüssigkeit mit einer sich über einem Drallkammerboden erhebenden und zu einer dem Drallkammerboden gegenüberliegenden Düsenaustrittsöffnung hin verjüngenden Drallkammer, mit mindestens einem gegenüber einer Mittelachse der Drallkammer seitlich versetzt in diese mündenden Drallkanal, mit einem Drallparameter von >1 , mit einem sich von dem Drallkammerboden erhebenden und die Ausbildung eines Luftkerns in einem bodenseitigen Drallkammerbereich verhindernden Verdrängungskörper, welcher konzentrisch zur Mittelachse angeordnet ist und im bodenseitigen Teil einen Außendurchmesser aufweist, der mindestens einem Durchmesser der Düsenaustrittsöffnung entspricht.

Bei derartigen bekannten Dralldüsen strömt die zu zerstäubende Flüssigkeit durch den Drallkanal vorzugsweise in tangentialer Richtung in die Drallkammer ein, in welcher sie sich in Richtung der Mittelachse der Drallkammer unter Vergrößerung ihrer Umfangsgeschwindigkeit bewegt. Da die Flüssigkeit bei einem Drallparameter der Dralldüse von >1 aufgrund der Zentrifugalkräfte nicht bis zur Mittelachse strömen kann, entsteht um die Mittelachse herum ein sich über die gesamte Höhe der Drallkammer erstreckender Luftkern, um den die Flüssigkeit herumströmt und somit als rotierender Flüssigkeitsfilmring die Düsenaustrittsöffnung passiert und anschließend einen Flüssigkeitsfilmkegel bildet, der aufgrund seiner eigenen Instabilität in kleine Flüssigkeitströpfchen zerfällt.

Eine Dralldüse der eingangs genannten Art ist in der FR-A-1 560 603 offenbart. Diese zeigt ebenfalls eine Dralldüse, bei welcher mit großer Wahrscheinlichkeit der Drallparameter >1 ist und welche ebenfalls einen kegelförmigen Verdrängungskörper aufweist.

Die aus der US-A-2,065,161, der GB-A-162 172 und der DE-A-175 561 bekannten Dralldüsen sind für die vorliegende Erfindung insofern nicht einschlägig, da bei allen Konstruktionen gemäß diesen Druckschriften der Drallparameter <1 ist oder sich kein Luftkern ergibt.

Bei der US-A-2,065,161 beispielsweise wurde seitens des Erfinders ein Drallparameter von $<0,7$ ermittelt.

Bei der GB-A-162 172 wurde ein Drallparameter $<0,5$ ermittelt und bei der DE-A-175 561 ist davon auszugehen, daß gar kein Luftkern vorliegt. Darüber hinaus ergibt sich aus dieser Druckschrift, daß der Kegelförmige Körper dazu dient, den Öffnungswinkel des Sprühkegels zu verändern, was gegen die Verdrängung eines Luftkerns spricht. Im übrigen wurde ein Drallparameter von ungefähr 0,4 ermittelt.

Um möglichst feine Flüssigkeitströpfchen zu erreichen, ist ein großer Luftkerndurchmesser erwünscht, welcher nur bei entsprechend großem Eingangsdralldrallimpuls des Flüssigkeitsstrahls erreichbar ist. Dieser könnte einerseits dadurch vergrößert werden, daß die Tangentialgeschwindigkeit des Flüssigkeitsstrahls vergrößert wird. Diese Tangentialgeschwindigkeit ist jedoch praktisch festgelegt durch einen sinnvollerweise maximalen Druck und einen aufgrund der Verstopfungsgefahr minimalen Querschnitt. Andererseits könnte der Eingangsdralldrallimpuls dadurch vergrößert werden, daß man die sogenannte Drallkanalexzentrizität, das heißt den Abstand einer Mittellinie des Drallkanals von der Mittelachse, erhöht. Diese Maßnahme vergrößert bei den bekannten Dralldüsen jedoch die von einem Luftkerndurchmesser und einer Luftkernlänge abhängigen Drallverluste, so daß in der Praxis auch hinsichtlich der Drallkanalexzentrizität bei den bekannten Dralldüsen keine Verbesserungen mehr möglich sind.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Dralldüse der gattungsgemäßen Art derart zu verbessern, daß diese eine Vergrößerung des Eingangsdralldrallimpulses bei gleichbleibenden oder geringeren Drallverlusten zuläßt.

Diese Aufgabe bei einer Dralldüse zum Zerstäuben einer Flüssigkeit mit einer sich über einem Drallkammerboden erhebenden und zu einer dem Drallkammerboden gegenüberliegenden Düsenaustrittsöffnung hin verjüngenden Drallkammer, mit mindestens einem gegenüber einer Mittelachse der Drallkammer seitlich versetzt in diese mündenden Drallkanal, mit einem Drallparameter von >1 , mit einem sich von dem Drallkammerboden erhebenden und die Ausbildung eines Luftkerns in einem bodenseitigen Drallkammerbereich verhindernden Verdrängungskörper, welcher konzentrisch zur Mittelachse angeordnet ist und im bodenseitigen Teil einen Außendurchmesser aufweist, der mindestens einem Durchmesser der Düsenaustrittsöffnung entspricht, wobei die Dralldüse einen Außenkörper aufweist, welcher die Düsenaustrittsöffnung und eine sich an diese anschließende, sich längs der Mittelachse erstreckende sowie mit zunehmender Erstreckung einen größeren Querschnitt aufweisende Ausnehmung umfaßt, und in diese Ausnehmung formschlüssig ein Innenkörper mit einem zur Mittelachse senkrecht stehenden Drallkammerboden einsetzbar ist, so daß der Drallkammerboden und zwischen diesem und der Düsenaustrittsöffnung liegende Wandflächen der Ausnehmung die Drallkammer begrenzen, erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Wandflächen der Ausnehmung durch Mantelflächen von zur Mittelachse coaxialen Kegelstümpfen gebildet sind, daß ein Teilbereich der Wandflächen der Ausnehmung eine Kegelsitzfläche für den kegelförmig ausgebildeten Innenkörper bilden und daß die Kegelsitzfläche einen kleineren Kegelwinkel aufweist als ein weiterer sich an die Düsenaustrittsöffnung anschließender Teilbereich der Drallkammerwand.

Dadurch läßt sich die erfindungsgemäße Dralldüse besonders einfach fertigen, da eine Kegelfläche mit konventionellen Verfahren einfach herstellbar ist.

5 Ferner läßt sich bei der erfindungsgemäßen Dralldüse dadurch die Höhe der Drallkammer und somit die Länge des Luftkerns möglichst gering halten, daß die Drallkammerwand eine Kegelmantelfläche mit einem möglichst großen Kegelwinkel bildet, welcher jedoch einen schlechten formschlüssigen Sitz des Innenteils zur Folge hätte, so daß die Wandflächen der Ausnehmung die die Kegelsitzfläche für das kegelstumpfförmig ausgebildete Innenteil bilden, einen kleineren Kegelwinkel aufweist als ein sich an die Düsenaustrittsöffnung anschließender Teilbereich der Drallkammerwand.

10 Insbesondere im Zusammenhang mit der letztgenannten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Dralldüse hat es sich als zweckmäßig erwiesen, wenn der Verdrängungskörper ein Kegel mit einem dem sich an die Düsenaustrittsöffnung anschließenden Teilbereich entsprechenden Kegelwinkel ist.

15 Im Rahmen der erfindungsgemäßen Lösung hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn der Verdrängungskörper sich mit einem mindestens dem Durchmesser der Düsenaustrittsöffnungen entsprechenden mittleren Durchmesser über mindestens ungefähr die halbe Höhe der Drallkammer in Richtung auf die Düsenaustrittsöffnung erstreckt.

Noch günstiger ist es jedoch, wenn der Verdrängungskörper sich mit einem mindestens dem Durchmesser der Düsenaustrittsöffnungen entsprechenden mittleren Durchmesser über mindestens ungefähr zwei Drittel der Höhe der Drallkammer erstreckt.

20 Um möglichst gleichmäßige Strömungsverhältnisse in der Drallkammer zu erreichen, hat es sich als äußerst zweckmäßig erwiesen, wenn eine einer äußeren Drallkammerwand zugewandte Oberfläche des Verdrängungskörpers in jeder Querschnittsebene bezüglich der Mittelachse ringsumlaufend jeweils einen konstanten Abstand von dieser aufweist.

25 In Fortbildung der vorstehend genannten Lösung ist es zweckmäßig, wenn in einem der Düsenaustrittsöffnung zugewandten Teil des Verdrängungskörpers die der Drallkammerwand zugewandten Oberflächen in konstantem Abstand von dieser verlaufen, so daß die Drallkammer in diesem Bereich ein Ringkanal mit konstantem hydraulischen Durchmesser ist, der eine Gleichverteilung der umlaufenden Flüssigkeit bewirkt.

Bei der Bemessung des Abstands hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn der Abstand ungefähr einer Breite des Drallkanals entspricht.

30 Im Hinblick auf die Form der Drallkammer hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, wenn diese rotationssymmetrisch zur Mittelachse ausgebildet ist, so daß dies zur Folge hat, daß zwangsläufig auch der Verdrängungskörper rotationssymmetrisch ausgebildet sein muß.

35 Bei dem bislang beschriebenen Ausführungsbeispiel wurde nicht näher erläutert, wie die Drallkanäle in die Drallkammer münden. Deren Einmündung kann beliebig vorgesehen sein. Im Hinblick auf die Herstellung einer erfindungsgemäßen Dralldüse hat es sich jedoch als vorteilhaft erwiesen, wenn Mündungsöffnungen der Drallkanäle in einem um den Verdrängungskörper herum verlaufenden ringförmigen Bereich des Drallkammerbodens liegen.

40 Da, wie bereits eingangs erläutert, eine möglichst große Exzentrizität der einmündenden Drallkanäle erwünscht ist, ist bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel vorgesehen, daß eine Breite des ringförmigen Bereichs einer Erstreckung der Mündungsöffnung von einem Außenrand dieses Bereichs in radialer Richtung nach innen entspricht, das heißt, daß dieser ringförmige Bereich lediglich so breit gewählt ist, daß dieser die Mündungsöffnung des Drallkanals aufnehmen kann.

45 Wie bereits eingangs beschrieben, ist zweckmäßigerweise vorgesehen, daß der Drallkanal im Mündungsbereich mit seiner Mittellinie im wesentlichen tangential zur Drallkammerwand verläuft. Eine besonders große Drallkanalexzentrizität läßt sich jedoch dann erreichen, wenn der Drallkanal mit einer als Kreissegment ausgebildeten Mündungsöffnung entlang eines Außenrandbereichs des Drallkammerbodens in die Drallkammer mündet, da in diesem Fall die radiale Erstreckung der Mündungsöffnung in Richtung auf die Mittelachse lediglich einer Breite des Drallkanals entspricht und der Flüssigkeitsstrahl beim Eintreten in die Drallkammer somit entlang der Drallkammerwand strömt und dabei bei vorgegebenem Drallkammerdurchmesser in größtmöglichem Abstand von der Mittelachse in die Drallkammer einströmt.

50 Besonders im Hinblick auf eine möglichst einfache Herstellung der erfindungsgemäßen Dralldüse ist es zweckmäßig, wenn der Drallkanal geradegerichtet von einem Druckraum zur Drallkammer verläuft. Noch vorteilhafter ist es jedoch, wenn der Drallkanal spiralförmig bezüglich der Mittelachse von einem Druckraum zur Drallkammer verläuft, da in diesem Fall der Drallkanal bezüglich der Mittelachse mit einer geringeren Steigung versehen werden kann und somit ausgehend von einer konstanten Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit in diesem Drallkanal der aus dieser austretende Flüssigkeitsstrahl eine möglichst große Tangentialgeschwindigkeitskomponente in einer Ebene senkrecht zur Mittelachse und eine möglichst kleine Geschwindigkeitskomponente parallel zur Mittelachse aufweist.

In allen Fällen werden die Drallkanäle vorzugsweise einen im wesentlichen konstanten Querschnitt aufweisen.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn der Verdrängungskörper mit einer Rücklaufbohrung versehen ist.

Das erfindungsgemäße Vorsehen des Verdrängungskörpers hat den Vorteil, daß die Drallkammer im bodenseitigen Bereich die Form eines um den Verdrängungskörper umlaufenden Ringraums hat, so daß sich in diesem Bereich kein Luftkern ausbilden kann, welcher zu den bereits beschriebenen Drallverlusten führt. Somit kann bei der erfindungsgemäßen Dralldüse die Drallkanalexzentrizität größer gewählt werden, ohne daß sich insgesamt die Drallverluste erhöhen, so daß eine gute Zerstäubungsqualität der erfindungsgemäßen Dralldüsen erreichbar ist. Es ist sogar möglich, die Drallkanalexzentrizität so weit zu erhöhen, daß die Tangentialgeschwindigkeit des Flüssigkeitsstrahls geringer und somit ein Querschnitt der Drallkanäle größer gewählt werden kann, so daß sich die Verstopfungsgefahr der Düse verringert.

Es liegt aber ebenfalls im Rahmen der vorliegenden Erfindung, wenn der Verdrängungskörper mit einer zentrischen Rücklaufbohrung versehen ist, deren weitere Merkmale beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung P 37 03 075.2 beschrieben sind.

Als Alternative zur Anordnung der Rücklaufbohrung zentrisch zum Verdrängungskörper bietet die vorliegende erfindungsgemäße Lösung die Möglichkeit, die Rücklaufbohrung exzentrisch zum Verdrängungskörper anzuordnen. Hierbei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Rücklaufbohrung in einem Abstand von der Mittelachse des Verdrängungskörpers angeordnet ist, welcher mindestens einem Radius der Düsenaustrittsöffnung entspricht, so daß ein möglicherweise im Bereich der Austrittsöffnung entstehender Restluftkern nicht über der Rücklaufbohrung steht und somit diese beeinflußt.

Schließlich ist es zweckmäßig, wenn die Rücklaufbohrungen in einem Abstand von der Mittelachse angeordnet sind, welcher kleiner ist als der Abstand der Mündungsöffnung der Drallkanäle.

Weitere Merkmale und Vorteile sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung einiger Ausführungsbeispiele. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 einen Schnitt durch eine bekannte Dralldüse;
- Fig. 2 eine Ansicht in Richtung des Pfeiles A in Fig. 1;
- Fig. 3 einen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Dralldüse;
- Fig. 4 eine Ansicht in Richtung des Pfeiles B in Fig. 3;
- Fig. 5 eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Innenteils;
- Fig. 6 einen Schnitt ähnlich Fig. 3 durch ein zweites Ausführungsbeispiel;
- Fig. 7 eine perspektivische Ansicht ähnlich Fig. 5 des zweiten Ausführungsbeispiels;
- Fig. 8 einen Schnitt ähnlich Fig. 3 durch ein drittes Ausführungsbeispiel;
- Fig. 9 eine Ansicht in Richtung des Pfeiles C in Fig.8;
- Fig. 10 einen Schnitt ähnlich Fig. 3 durch ein viertes Ausführungsbeispiel;
- Fig. 11 eine Ansicht in Richtung des Pfeiles D in Fig.10;
- Fig. 12 einen Schnitt ähnlich Fig. 3 durch ein fünftes Ausführungsbeispiel und
- Fig. 13 eine Ansicht in Richtung des Pfeiles E in Fig. 12.
- Fig. 14 eine Ansicht ähnlich Fig. 3 eines sechsten Ausführungsbeispiels;
- Fig. 15 eine Draufsicht ähnlich Fig. 4 auf das sechste Ausführungsbeispiel;
- Fig. 16 einen Schnitt längs Linie 16-16 in Fig.15;
- Fig. 17 eine Ansicht ähnlich Fig. 3 eines siebten Ausführungsbeispiels;
- Fig. 18 eine Draufsicht ähnlich Fig. 4 auf das siebte Ausführungsbeispiel.

Eine Dralldüse zum Zerstäuben einer Flüssigkeit, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist, dargestellt in den Fig. 1 und 2, zeigt einen Außenkörper 10, von dessen Außenseite 12 ausgehend sich eine als zylindrische Bohrung ausgebildete Düsenaustrittsöffnung 14 in ein Inneres des Außenkörpers 10 hinein erstreckt. An diese Düsenaustrittsöffnung 14 schließt sich eine im wesentlichen kegelförmig ausgebildete Ausnehmung 16 an, deren Wandflächen 18 die Mantelflächen eines koaxial zur Düsenaustrittsöffnung 14 angeordneten und zu einer Mittelachse 20 rotationssymmetrischen Kegelstumpfes bilden. In diese Ausnehmung 16 ist ein Innenkörper 22 eingesetzt, welcher einen kreiszylindrischen Bereich 24 aufweist, an welchem sich ein kegelmantelförmiger Bereich 26 anschließt, dessen Grundfläche 28 mit der Kreisfläche identisch ist. Dieser kegelmantelförmige Bereich 26 ist so ausgebildet, daß Mantelflächen 30 desselben Abschnitts des Kegelmantels sind, auf welchem auch die Wandflächen 18 der Ausnehmung 16 liegen. Somit ist der Innenkörper 22 durch einen Kegelsitz formschlüssig in der Ausnehmung 16 gehalten, wobei der Bereich der Wandflächen 18 der Ausnehmung 16, in welchem die Mantelflächen 30 des kegelmantelförmigen Bereichs 26 des Innenkörpers 22 anliegen, als Kegelsitzflächen 32 der Ausnehmung 16 bezeichnet sind.

Eine der Grundfläche 28 gegenüberliegende und parallel zu dieser ausgerichtete Fläche des kegelmantelförmigen Bereichs 26 des Innenkörpers 22 erstreckt sich senkrecht zur Mittelachse 20 und bildet

einen Drallkammerboden 34. Ein über diesem Drallkammerboden 34 liegender Bereich der Ausnehmung 16 wird als Drallkammer 36 bezeichnet, wobei die die Drallkammer 36 begrenzenden Wandflächen 18 der Ausnehmung 16 als Drallkammerwände 38 bezeichnet sind. Ein von der Ausnehmung 16 umschlossener und auf einer der Drallkammer 36 gegenüberliegenden Seite des Innenkörpers 22 angeordneter Raum wird als Druckraum 40 bezeichnet, in welchem die zum Zerstäuben vorgesehene Flüssigkeit unter Druck gehalten ist. Von diesem Druckraum 40 führen mehrere Drallkanäle 42 in die Drallkammer 36, wobei diese Drallkanäle 42, wie insbesondere aus Fig. 2 zu ersehen ist, vorzugsweise als Einkerbungen in den Mantelflächen 30 ausgebildet sind, die in den Druckraum 40 mit einem rechteckigen und ungefähr quadratischen Querschnitt im kreiszylindrischen Bereich 24 des Innenkörpers 22 münden und in der Drallkammer 36 im Bereich des Drallkammerbodens 34 und vorzugsweise in einem bezüglich der Mittelachse 20 radial außen liegenden Bereich münden, wobei eine Mittellinie 44 jedes Drallkanals 42, zumindest im Bereich einer Mündungsöffnung 46 desselben, im Drallkammerboden 34 einen Abstand e von der Mittelachse 20 aufweist und somit aus der Mündungsöffnung 46 ein Flüssigkeitsstrahl 48 austritt, welcher bei Verlassen der Mündungsöffnung 46 in einer zur Mittelachse 20 parallelen und im Abstand e von dieser verlaufenden Ebene 50 liegt und dabei eine Geschwindigkeitskomponente 52 parallel zum Drallkammerboden 34 aufweist sowie eine Geschwindigkeitskomponente 54 parallel zur Mittelachse 20. Der Abstand e wird allgemein als Exzentrizität e der Dralldüse bezeichnet. Somit entsteht in der Drallkammer 36 ein Flüssigkeitswirbel 56 um die Mittelachse 20, in dessen Mitte ein zylinderähnlicher koaxial zur Mittelachse 20 stehender Luftkern 58 stehen bleibt, um welchen der Flüssigkeitswirbel 56 herumströmt, so daß aus der Düsenaustrittsöffnung 14 schließlich ein Flüssigkeitsfilmkegel 60 austritt, der von seiner eigenen Instabilität in kleine Flüssigkeitströpfchen zerfällt.

Ein Drallparameter S_o einer derartigen Düse ist folgendermaßen definiert

$$S_o = \frac{\text{Drehimpulsstrom}}{\text{axialer Impulsstrom} \times \text{Austrittsradius}}$$

$$= \frac{\pi \cdot \cos(\gamma) [\text{Austrittsradius} (\tau_a)] \cdot [\text{Exzentrizität} (e)]}{\text{Gesamtfläche aller Drallkanäle} (f_1 + f_2 + f_3 + f_4)}$$

wobei γ die Steigung der Drallkanäle 42 gegenüber dem Drallkammerboden 34 bedeutet, der Austrittsradius τ_a der Radius der Düsenaustrittsöffnung 14 ist und f_1, f_2, f_3, f_4 die Querschnittsflächen der Drallkanäle 42 sind. Eine Definition des Drallparameters ist außerdem aus dem Forschungsbericht DFVLR-FB 87-25 (ISSN O171-1342), Seite 22 zu entnehmen.

Bei einer Dralldüse tritt immer dann ein Luftkern auf, wenn der Drallparameter $S_o > 1$ ist. Alternativ dazu kann das Auftreten eines Luftkerns auch von dem Verhältnis der Summe aller Drallkanalflächen f_1, f_2, f_3, f_4 zur Querschnittsfläche der Düsenaustrittsöffnung abhängig gemacht werden, welches hierzu kleiner als 5 sein sollte.

Ausgehend von diesem bekannten Aufbau einer bekannten Dralldüse zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Dralldüse, dargestellt in den Fig. 3 bis 5, dieselben Teile und Merkmale, die somit in den Fig. 3 bis 5 auch mit denselben Bezugszeichen versehen sind.

Bezüglich der Beschreibung wird auf die vorstehenden Ausführungen verwiesen.

Im Gegensatz zu der bekannten Dralldüse ist bei dem ersten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Dralldüse auf den Drallkammerboden 34 ein Verdrängungskörper 62 aufgesetzt, welcher einen zylindrischen Sockel 64 aufweist, an welchen sich eine kegelförmig ausgebildete Spitze 66 anschließt, wobei eine Grundfläche 68 der kegelförmig ausgebildeten Spitze 66 mit der dieser zugewandten Stirnseite 70 des zylindrischen Sockels 64 identisch ist.

Der gesamte Verdrängungskörper 62 ist rotationssymmetrisch zur Mittelachse 20 ausgebildet, wobei sich der zylindrische Sockel 64 in radialer Richtung bezüglich der Mittelachse 20 bis zu den Mündungsöffnungen 46 der Drallkanäle 42 nach außen erstreckt, so daß der Verdrängungskörper 62 den Drallkammerboden 34 in seinem zentralen Bereich 72 überdeckt und eine zylindrische Außenfläche 74 des zylindrischen Sockels 64 einen freibleibenden kreisringförmigen Bereich 76 des Drallkammerbodens 34 nach innen hin begrenzt.

Somit bilden die zylindrische Außenfläche 74 des zylindrischen Sockels und ein dieser gegenüberliegender drallkammerbodenseitig angeordneter Abschnitt der Drallkammerwand 38 sowie der kreisringförmige

ge Bereich des Drallkammerbodens 34 einen Ringraum 80, in welchen der Flüssigkeitsstrahl 48 tangential zur Außenfläche 74 des zylindrischen Sockels 64 eingespritzt wird.

Eine als Kegelmantelfläche ausgebildete Oberfläche 82 der kegelförmigen Spitze 66 verläuft, wie in Fig. 3 dargestellt, vorzugsweise in einem Abstand b von einem austrittsseitigen Abschnitt 84 der Drallkammerwand 38 und parallel zu diesem, wobei vorzugsweise die Breite b ungefähr einer Breite b der Drallkanäle 42 entspricht.

Somit umfaßt die Drallkammer 36 bei dem ersten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Dralldüse einen drallkammerbodenseitig angeordneten Ringraum 80, an welchen sich ein von der kegelförmigen Oberfläche 82 des Verdrängungskörpers 62 und dem austrittsseitigen Abschnitt 84 der Drallkammerwand begrenzter kegelmantelförmiger Raum 86 anschließt, welcher seinerseits in die zylindrische Bohrung der Düsenaustrittsöffnung 14 übergeht.

Somit wurde durch den Verdrängungskörper 62 erreicht, daß in der Drallkammer 36 selbst kein Luftkern 58 mehr vorhanden ist, welcher sich auf die Flüssigkeitsströmung in der Drallkammer 36 negativ auswirken könnte. Lediglich noch im Bereich der Düsenaustrittsöffnung 14 bildet sich ein Restbereich eines Luftkerns, um welchen herum der Flüssigkeitsfilmkegel aus der Düsenaustrittsöffnung 14 austritt.

Ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Dralldüse, dargestellt in den Fig. 6 und 7, ist insoweit als es mit dem ersten Ausführungsbeispiel der Fig. 3 bis 5 identisch ist, mit denselben Bezugszeichen versehen, so daß bezüglich der Beschreibung der entsprechenden Teile auf die vorstehenden Ausführungen verwiesen wird.

Im Gegensatz zum ersten Ausführungsbeispiel zeigt der Verdrängungskörper 62 keine kegelförmige Spitze mehr, sondern einen auf dem zylindrischen Sockel 64 sitzenden Kegelstumpf 88 mit einer dessen Grundfläche 68 gegenüberliegenden und zu dem Drallkammerboden 34 parallelen Frontfläche 90, welche in der Drallkammer 36 liegt und einen Durchmesser aufweist, der größer ist als ein Durchmesser der Düsenaustrittsöffnung 14. Somit erstreckt sich bei diesem Ausführungsbeispiel der Verdrängungskörper 62 nicht über die gesamte Höhe der Drallkammer von dem Drallkammerboden 34 bis zu einem Übergang 92 der Drallkammerwände 38 in die Düsenaustrittsöffnung 14, sondern endet mit der Frontfläche 90 im Abstand von diesem. Damit liegen oberhalb dieser Frontfläche 90 in der Drallkammer 36 dieselben Strömungsverhältnisse vor wie beim Stand der Technik oberhalb des Drallkammerbodens 34, so daß sich über der Frontfläche 90 ein Luftkern 58 bildet, welcher sich noch zu einem geringen Teil, nämlich über eine dem Abstand der Frontfläche 90 von dem Übergang 92 zwischen der Drallkammerwand 38 und der Düsenaustrittsöffnung 14 entsprechenden Strecke, in der Drallkammer 36 erstreckt. Trotzdem werden mit diesem zweiten Ausführungsbeispiel die erfindungsgemäßen Vorteile erreicht, da der Bereich des Luftkerns 58, längs welchem die unerwünschten Eigenschaften desselben wirksam werden, wesentlich kürzer ist als bei Nichtvorhandensein des erfindungsgemäßen Verdrängungskörpers 62.

Bei einem dritten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Dralldüse, dargestellt in den Fig. 8 und 9, sind insoweit als dieselben Teile wie bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen vorhanden sind, dieselben Bezugszeichen verwendet, so daß auf die vorstehende Beschreibung verwiesen werden kann.

Im Gegensatz zu den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen sind die Drallkanäle 42 keine Einkerbungen mit einer geraden Mittellinie 44 mehr, sondern verlaufen zwar längs der Mantelflächen 30 des Innenkörpers 22 als Gerade, zeigen aber eine als Kreisringsegment 94 ausgebildete Mündungsöffnung 46, welche somit die Möglichkeit bietet, den kreisringförmigen Bereich 76 des Drallkörperbodens 34 auf die Breite b des Drallkanals 42 zu reduzieren, so daß der Abstand e des aus der Mündungsöffnung 46 austretenden Strahls 48 von der Mittelachse 20 nahezu mit einem Außenradius des Drallkammerbodens 34 identisch ist.

Damit kann der Verdrängungskörper 62 lediglich als kegelförmige Spitze 66 ausgebildet sein, wobei die Grundfläche 68 der kegelförmigen Spitze 66 bezüglich der Mittelachse 20 eine radiale Erstreckung hat, die bis zu einer Innenkante 96 der als Kreisringsegment ausgebildeten Mündungsöffnungen 46 der Drallkanäle 42 reicht. Somit ist bei diesem dritten Ausführungsbeispiel die Drallkammer auf den kegelmantelförmigen Raum 86 reduziert, welcher zwischen der kegelförmigen Oberfläche 82 des Verdrängungskörpers 62 und der Drallkammerwand 38 liegt.

Ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Dralldüse, dargestellt in den Fig. 10 und 11, zeigt insoweit als dieselben Bezugszeichen verwendet sind, dieselben Teile wie die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele.

Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Ausführungsbeispielen unterscheidet sich das vierte Ausführungsbeispiel dadurch, daß die Wandflächen der Ausnehmung 16 zwei unterschiedliche Teilbereiche 98 und 100 aufweisen, wobei der sich unmittelbar an die Düsenaustrittsöffnung 14 anschließende Teilbereich 98 einer Kegelstumpfmantelfläche entspricht, deren Kegelwinkel größer ist als derjenige einer

Kegelstumpfmantelfläche des sich an den Teilbereich 98 anschließenden Teilbereichs 100, wobei die Kegelstumpfmantelfläche des Teilbereichs 98 längs einer Berührungslinie 102 in die Kegelstumpfmantelfläche des Teilbereichs 100 übergeht.

Von dem Teilbereich 100 wird dabei die Kegelsitzfläche 32 gebildet, an welcher der Innenkörper 22 mit seinen Mantelflächen 30 anliegt. Dieser Innenkörper 22 ist hinsichtlich der Ausbildung der Drallkanäle 42 und deren Mündungsöffnungen 46 mit dem Innenkörper 22 des dritten Ausführungsbeispiels identisch. Außerdem ist auch der auf dem Drallkammerboden 34 aufsitzende Verdrängungskörper 62 genau wie beim dritten Ausführungsbeispiel als kegelförmige Spitze 66 ausgebildet. Allerdings verläuft die kegelförmige Oberfläche 82 nunmehr parallel zu dem Teilbereich 98 in einem Abstand b , welcher ungefähr der Breite der Drallkanäle 42 entspricht.

Damit der kreisringförmige Bereich 76 des Drallkammerbodens 34 in der Breite des Drallkanals 42 gehalten werden kann und außerdem die kegelförmige Oberfläche 82 des Verdrängungskörpers 62 in einem der Breite der Drallkanäle 42 entsprechenden Abstand b von dem Teilbereich 98 verlaufen kann, erstreckt sich vorteilhafterweise der Teilbereich 100 über die Kegelsitzfläche 32 hinaus in Richtung auf die Düsenaustrittsöffnung 14 bis zur Berührungslinie 102, so daß die Drallkammer 36 bei dem vierten Ausführungsbeispiel einen Ringraum 104, gebildet durch den sich über die Kegelsitzfläche 32 hinaus bis zur Berührungslinie 102 erstreckenden Teilbereich 100, den kreisringförmigen Bereich 76 und einen Teil der Oberfläche 82 des Verdrängungskörpers 62 sowie den kegelmantelförmig ausgebildeten Raum 86, begrenzt durch den Teilbereich 98 und den übrigen Teil der Oberfläche 82 des Verdrängungskörpers 62, umfaßt.

Ein fünftes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Dralldüse, dargestellt in den Fig. 12 und 13, ist weitgehend mit dem vierten Ausführungsbeispiel identisch, so daß dieselben Teile auch mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Im Unterschied zu dem vierten Ausführungsbeispiel verlaufen allerdings die Drallkanäle 42 von dem Druckraum 40 zu der Drallkammer 36 im Bereich der Mantelfläche 30 des Innenkörpers 22 spiralförmig bezüglich der Mittelachse 20, so daß diese Drallkanäle 42, bezogen auf die Mittelachse 20, eine geringere Steigung aufweisen als die Drallkanäle 42 beim vierten Ausführungsbeispiel. Dies hat zur Folge, daß der aus der Mündungsöffnung 46 austretende Strahl 48 bei insgesamt gleicher Strömungsgeschwindigkeit wie in dem Drallkanal 42 des vorhergehenden Ausführungsbeispiels eine kleinere Komponente 54 senkrecht zum Drallkammerboden 34 und eine größere Geschwindigkeitskomponente parallel zum Drallkammerboden 34 aufweist und damit insgesamt eine größere Tangentialströmungskomponente bezüglich der Mittelachse 20 im Drallkanal 36 erreichbar ist.

Bei einer besonders vorteilhaften Variante des fünften Ausführungsbeispiels ist noch zusätzlich eine Rücklaufbohrung 104 vorgesehen, welche konzentrisch zur Mittelachse 20 angeordnet ist und in die Drallkammer 36 der Düsenaustrittsöffnung 14 gegenüberliegend im Bereich des Verdrängungskörpers 62 mündet. Der Verdrängungskörper 62 ist hierbei kein Kegel mehr, sondern lediglich ein Kegelstumpf, dessen Frontfläche nunmehr durch eine Mündungsöffnung 106 der Rücklaufbohrung 104 gebildet ist. Diese Rücklaufbohrung 104 erstreckt sich somit durch den gesamten Verdrängungskörper 62 und auch durch den Innenkörper 22 hindurch und ist mit einem üblichen Rückströmweg verbunden, welcher beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung P 37 O3 075.2 beschrieben ist.

Ein sechstes Ausführungsbeispiel, dargestellt in den Fig. 14 bis 16 stellt eine Variante des ersten Ausführungsbeispiels, dargestellt in den Fig. 3 bis 5, dar. Insoweit als gleiche Teile verwendet sind, sind diese auch mit denselben Bezugszeichen versehen, so daß hinsichtlich deren Beschreibung auf die Ausführungen zum ersten Ausführungsbeispiel verwiesen werden kann.

Dieses sechste Ausführungsbeispiel zeigt im Gegensatz zum ersten Ausführungsbeispiel in die kegelförmige Oberfläche 82 der kegelförmigen Spitze 66 eingearbeitete Rücklaufbohrungen 110, welche mit senkrecht zu der kegelförmigen Oberfläche 82 stehenden Längsachsen 112 in den Verdrängungskörper 62 zu dessen Mittelachse 20 hin eindringen, wobei sie in einen koaxial zur Mittelachse angeordneten Rücklaufkanal 114 münden, welcher von der kegelförmigen Spitze 66 des Verdrängungskörpers in entgegengesetzter Richtung in ein Inneres der Düse führt.

Erfindungsgemäß sind die Rücklaufbohrungen 110 nicht im Bereich der Düsenaustrittsöffnung 14 angeordnet, sondern in einem von dem austrittsseitigen Abschnitt 84 der Drallkammerwand 38 übergriffenen, so daß die Rücklaufbohrung 110 nicht im Bereich eines in der Düsenaustrittsöffnung 14 entstehenden Luftkerns liegen.

Durch Wahl einer bestimmten Exzentrizität der Rücklaufbohrungen 110, das heißt deren Abstand von der Mittelachse 20, läßt sich damit in vorteilhafter Weise das sogenannte Rücklaufmassenstromverhältnis regeln, ohne daß wie bei den bekannten Anordnungen einer Rücklaufbohrung ein Durchmesser der Rücklaufbohrung verändert werden müßte, was bei den sinnvoll möglichen Abmessungen und Viskositätsverhältnissen stets mit Schwierigkeiten verbunden ist.

Ein fünftes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Dralldüse, dargestellt in den Fig. 17 und 18, hat Ähnlichkeiten mit dem zweiten Ausführungsbeispiel, so daß dieselben Teile auch mit denselben Bezugszeichen versehen sind.

Im Unterschied zum zweiten Ausführungsbeispiel verlaufen allerdings die Drallkanäle 42 von dem Druckraum 40 zu der Drallkammer 36 im Bereich der Mantelfläche 30 des Innenkörpers 22 spiralförmig bezüglich der Mittelachse 20, so daß diese Drallkanäle 42, bezogen auf die Mittelachse 20, eine geringere Steigung aufweisen als die Drallkanäle 42 beim zweiten Ausführungsbeispiel. Dies hat zur Folge, daß der aus der Mündungsöffnung 46 austretende Strahl bei insgesamt gleicher Strömungsgeschwindigkeit wie in dem Drallkanal 42 des vorhergehenden Ausführungsbeispiels eine kleinere Komponente 54 senkrecht zum Drallkammerboden 34 und eine größere Geschwindigkeitskomponente parallel zum Drallkammerboden 34 aufweist und damit insgesamt eine größere Tangentialkomponente bezüglich der Mittelachse 20 im Drallkanal 36 erreichbar ist.

Ferner sind die Mündungsöffnungen 46 zu einem Ringsegmentausschnitt 120 erweitert, dessen Breite der Breite des ringförmigen Drallkammerbodens 34 zwischen dem kegelstumpfförmigen Verdrängungskörper 62 und den Drallkammerwänden 38 entspricht.

Im Gegensatz zum zweiten Ausführungsbeispiel erhebt sich der Verdrängungskörper 62 ohne den zylindrischen Ansatz als Kegelstumpf 88 unmittelbar von dem Drallkammerboden 34 und erstreckt sich bis zu der Frontfläche 90, welche einen ungefähr dem Durchmesser der Düsenaustrittsbohrung 14 entsprechenden Durchmesser aufweist.

Besonders vorteilhaft beim siebten Ausführungsbeispiel ist die Tatsache, daß dieses einfach zu fertigen ist und daß die Querschnittsfläche der Mündungsöffnungen 46 groß ist, was zu relativ geringen viskositätsbedingten Druckverlusten führt.

Patentansprüche

1. Dralldüse zum Zerstäuben einer Flüssigkeit mit einer sich über einem Drallkammerboden (34) erhebenden und zu einer dem Drallkammerboden (34) gegenüberliegenden Düsenaustrittsöffnung (14) hin verjüngenden Drallkammer (36), mit mindestens einem gegenüber einer Mittelachse der Drallkammer (36) seitlich versetzt in diese mündenden Drallkanal, mit einem Drallparameter von >1 , mit einem sich von dem Drallkammerboden (34) erhebenden und die Ausbildung eines Luftkerns (58) in einem bodenseitigen Drallkammerbereich verhindernden Verdrängungskörper (62), welcher konzentrisch zur Mittelachse (20) angeordnet ist und im bodenseitigen Teil einen Außendurchmesser aufweist, der mindestens einem Durchmesser der Düsenaustrittsöffnung (14) entspricht, wobei die Dralldüse einen Außenkörper (10) aufweist, welcher die Düsenaustrittsöffnung (14) und eine sich an diese anschließende, sich längs der Mittelachse (20) erstreckende sowie mit zunehmender Erstreckung einen größeren Querschnitt aufweisende Ausnehmung (16) umfaßt, und in diese Ausnehmung (16) formschlüssig ein Innenkörper (22) mit einem zur Mittelachse (20) senkrecht stehenden Drallkammerboden (34) einsetzbar ist, so daß der Drallkammerboden (34) und zwischen diesem und der Düsenaustrittsöffnung (14) liegende Wandflächen (18) der Ausnehmung (16) die Drallkammer (36) begrenzen, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandflächen (18) der Ausnehmung (16) durch Mantelflächen von zur Mittelachse (20) koaxialen Kegelstümpfen gebildet sind, daß ein Teilbereich (100) der Wandflächen (18) der Ausnehmung (16) eine Kegelsitzfläche (32) für den kegelstumpfförmig ausgebildeten Innenkörper (22) bilden und daß die Kegelsitzfläche (32) einen kleineren Kegelwinkel aufweist als ein weiterer sich an die Düsenaustrittsöffnung (14) anschließender Teilbereich (98) der Drallkammerwand (38).
2. Dralldüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrängungskörper (62) sich mit einem mindestens dem Durchmesser der Düsenaustrittsöffnung (14) entsprechenden mittleren Durchmesser über mindestens die halbe Höhe der Drallkammer (36) in Richtung auf die Düsenaustrittsöffnung (14) erstreckt.
3. Dralldüse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Verdrängungskörper (62) mit einem mindestens dem Durchmesser der Düsenaustrittsöffnung (14) entsprechenden mittleren Durchmesser über mindestens zwei Drittel der Höhe der Drallkammer (36) in Richtung auf die Düsenaustrittsöffnung (14) erstreckt.
4. Dralldüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine einer Drallkammerwand (38) zugewandte Oberfläche (74, 82) des Verdrängungskörpers (62) in jeder Querschnittsebene bezüglich der Mittelachse (20) ringsumlaufend jeweils einen konstanten Abstand von der

Drallkammerwand (38) aufweist.

- 5
5. Dralldüse nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in einem der Düsenaustrittsöffnung (14) zugewandten Teil des Verdrängungskörpers (62) die der Drallkammerwand (38) zugewandte Oberfläche (82) in konstantem Abstand von dieser verläuft.
6. Dralldüse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand ungefähr einer Breite (b) des Drallkanals (42) entspricht.
- 10
7. Dralldüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mündungsöffnung (46) des Drallkanals (42) in einem um den Verdrängungskörper (62) herum verlaufenden ringförmigen Bereich (76) des Drallkammerbodens (34) liegt.
- 15
8. Dralldüse nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des ringförmigen Bereichs (76) so gewählt ist, daß sie der Erstreckung der Mündungsöffnung (46) von einem Außenrand dieses Bereichs (76) in radialer Richtung nach innen entspricht.
- 20
9. Dralldüse nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Drallkanal (42) mit einer als Kreissegment (94) ausgebildeten Mündungsöffnung entlang eines Außenrandbereichs des Drallkammerbodens (34) in die Drallkammer (36) mündet.
10. Dralldüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrängungskörper (62) mit einer zentrischen Rücklaufbohrung (104) versehen ist.
- 25
11. Dralldüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrängungskörper (62) mit mindestens einer exzentrisch angeordneten Rücklaufbohrung (110) versehen ist.
- 30
12. Dralldüse nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Rücklaufbohrung (110) in einem Abstand von der Mittelachse (20) angeordnet ist, welcher mindestens einem Radius der Düsenaustrittsöffnung (14) entspricht.
- 35
13. Dralldüse nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Rücklaufbohrung (110) in einem Abstand von der Mittelachse (20) angeordnet ist, welcher kleiner ist als der Abstand der Mündungsöffnung (46) des Drallkanals (42).

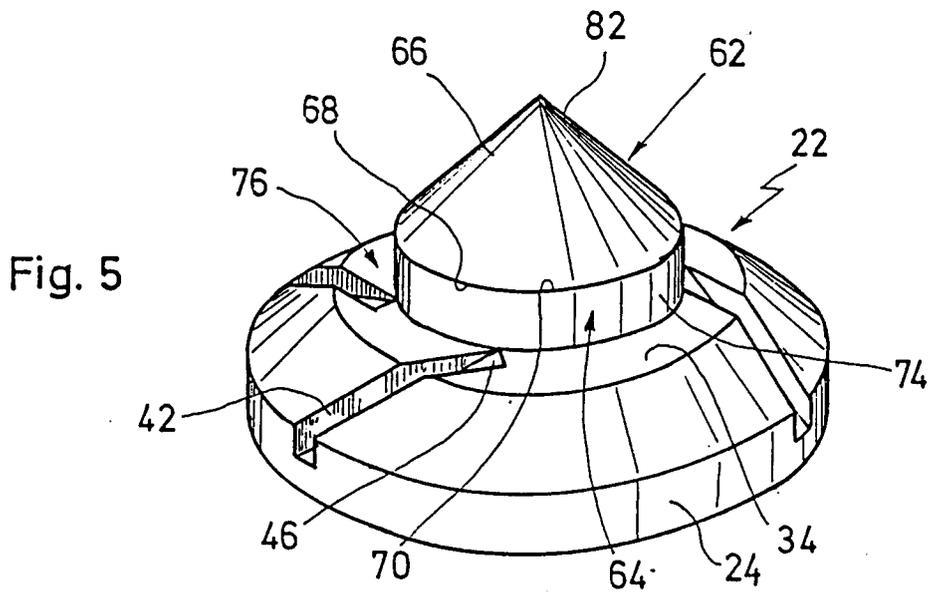
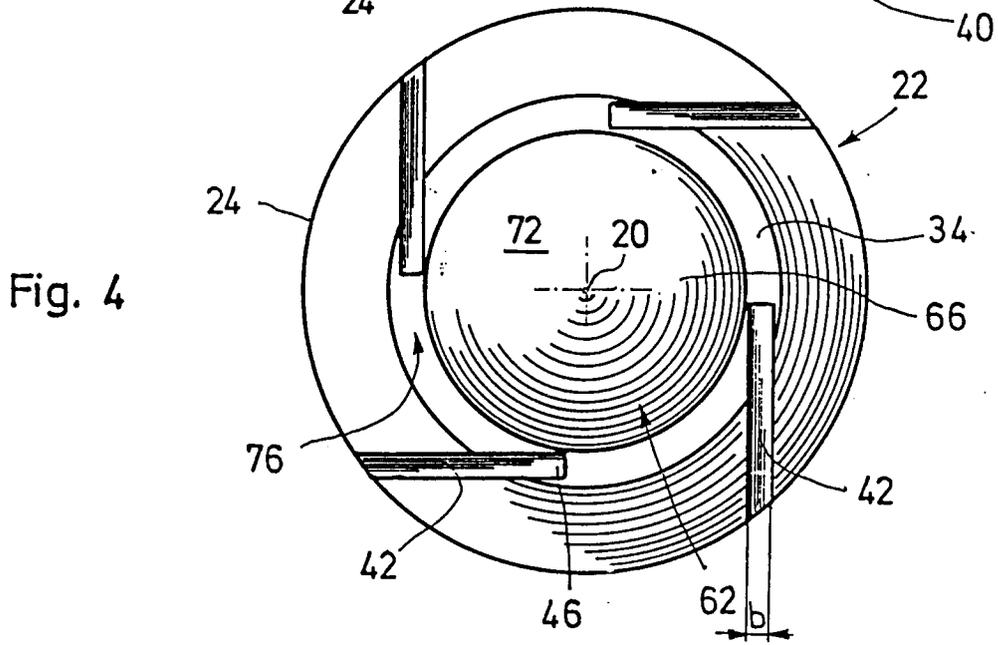
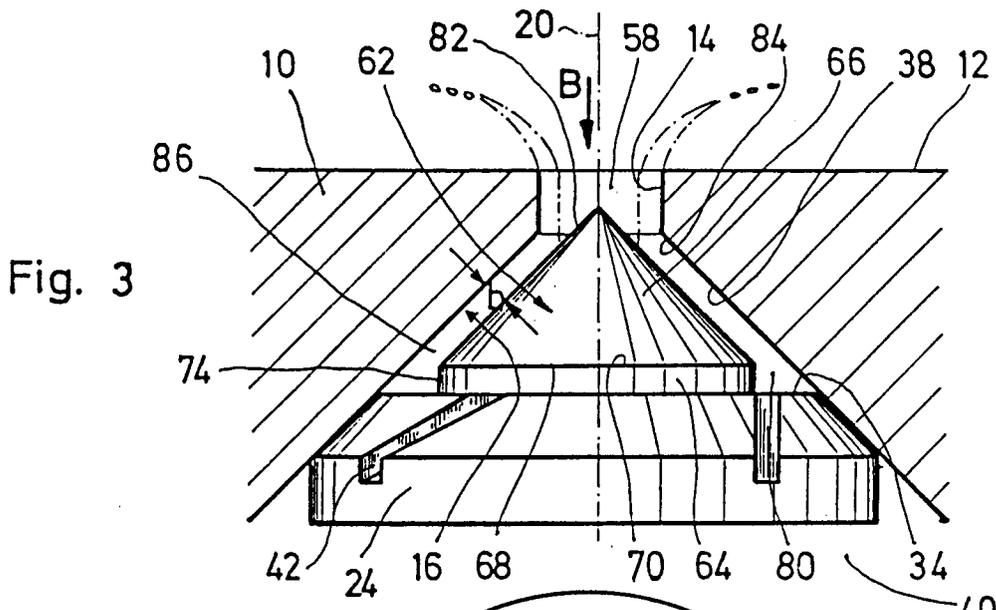
35

40

45

50

55



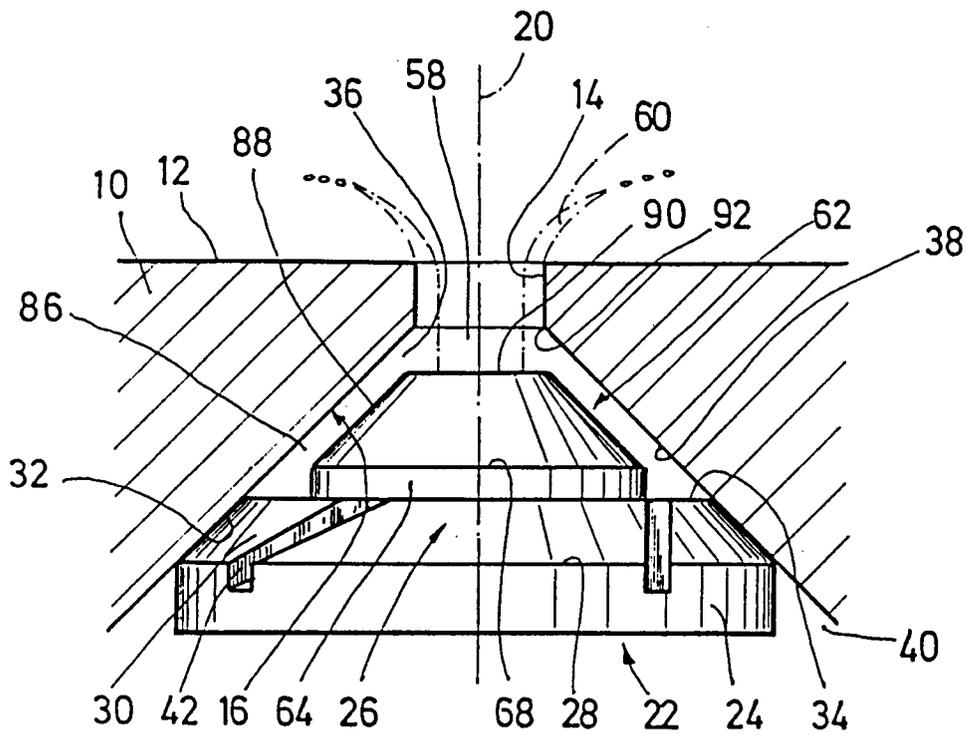


Fig. 6

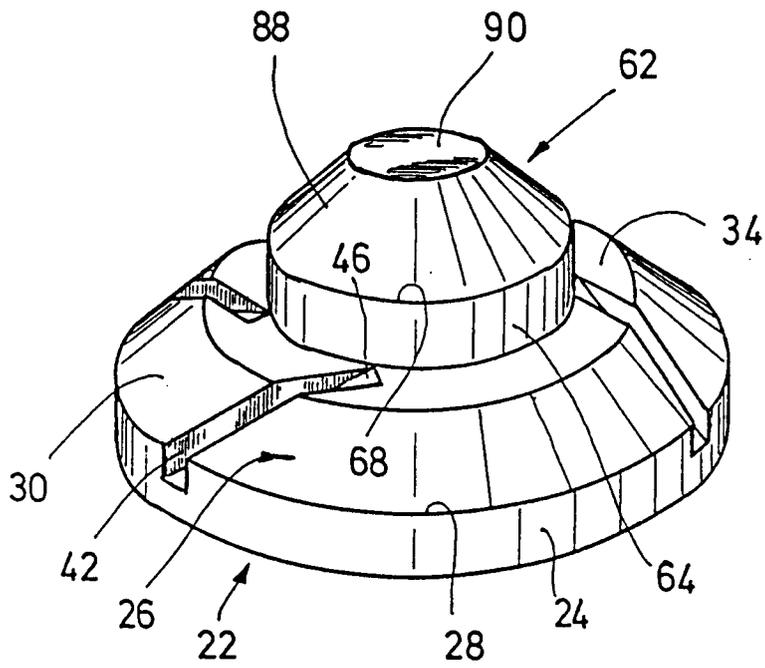
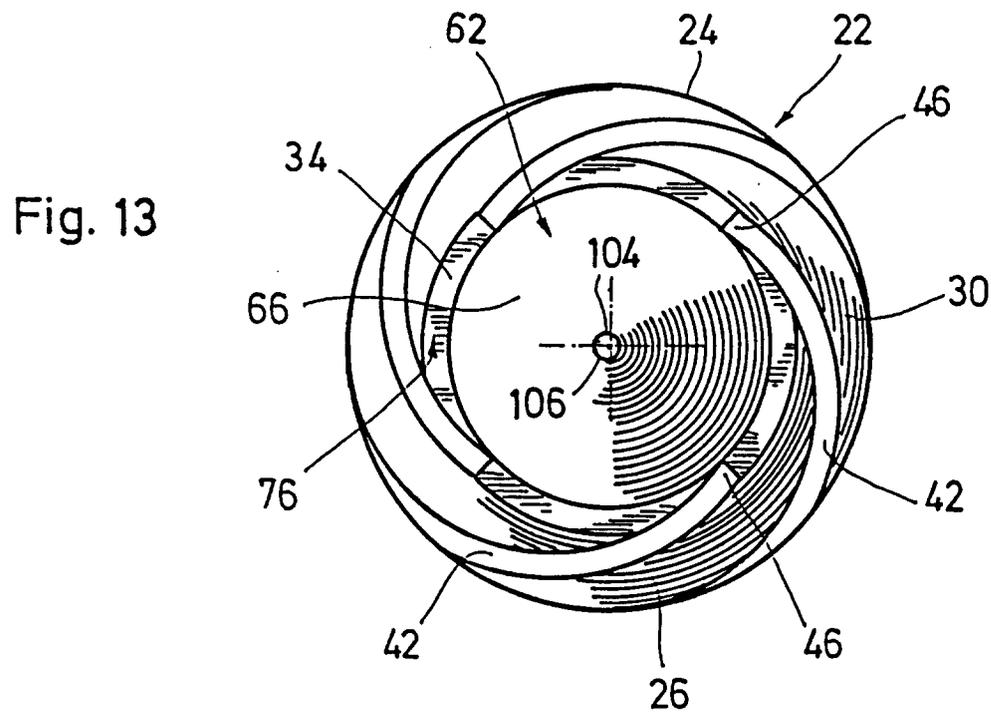
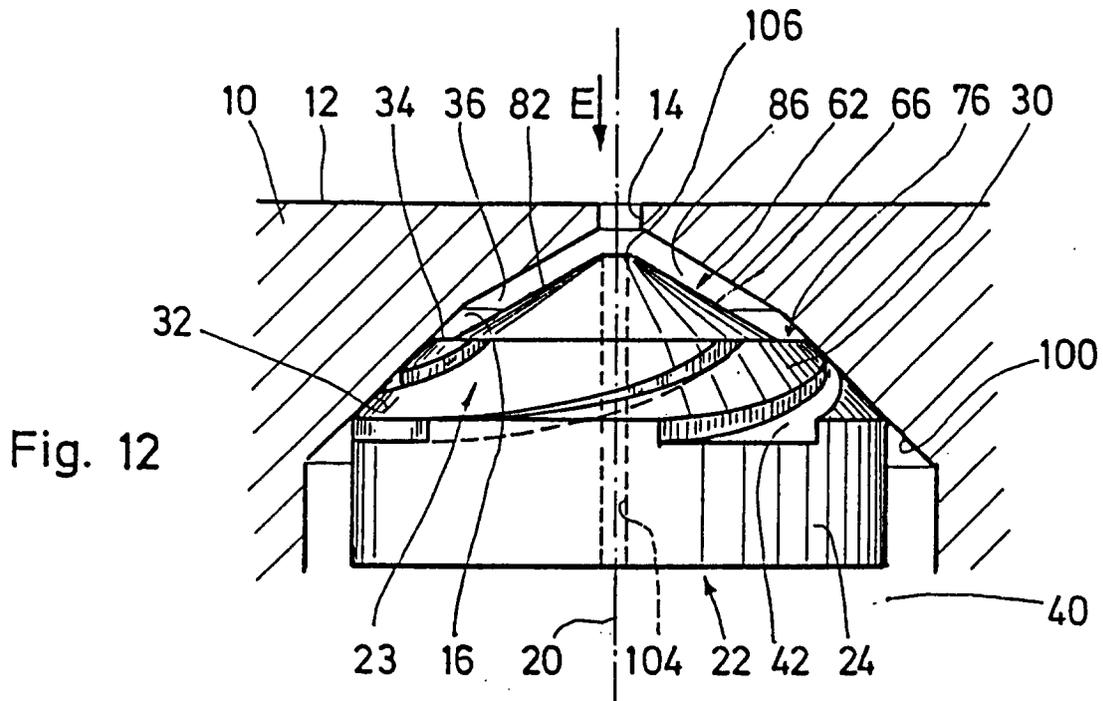
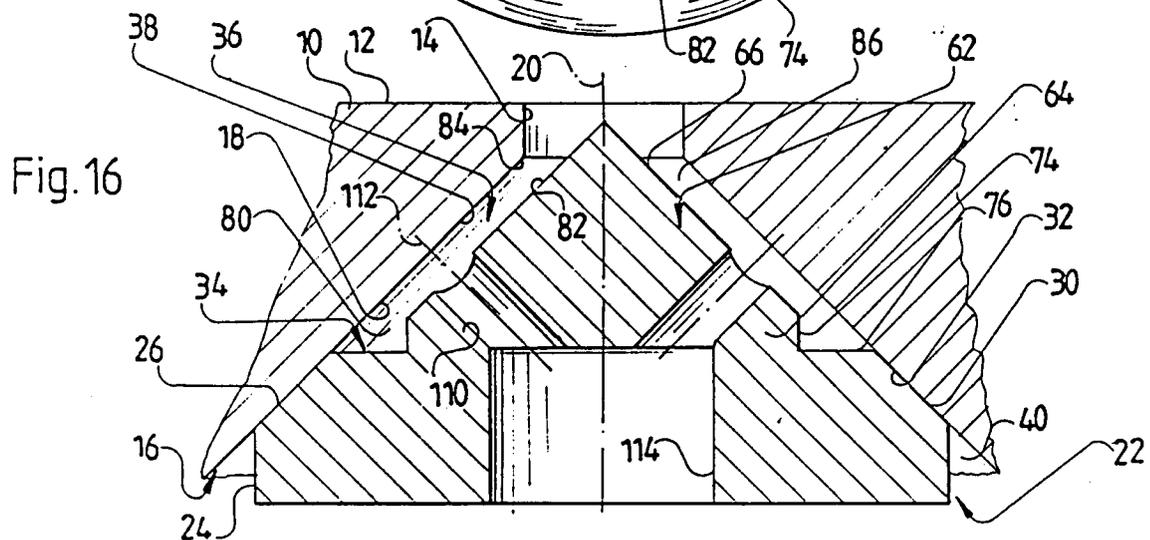
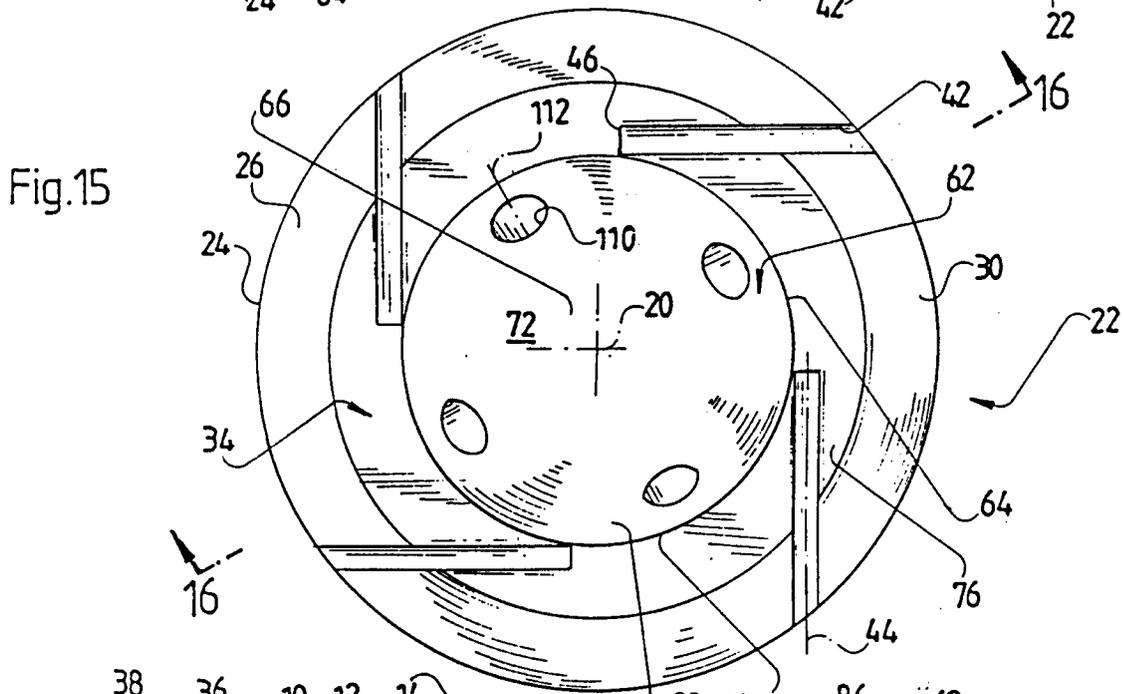
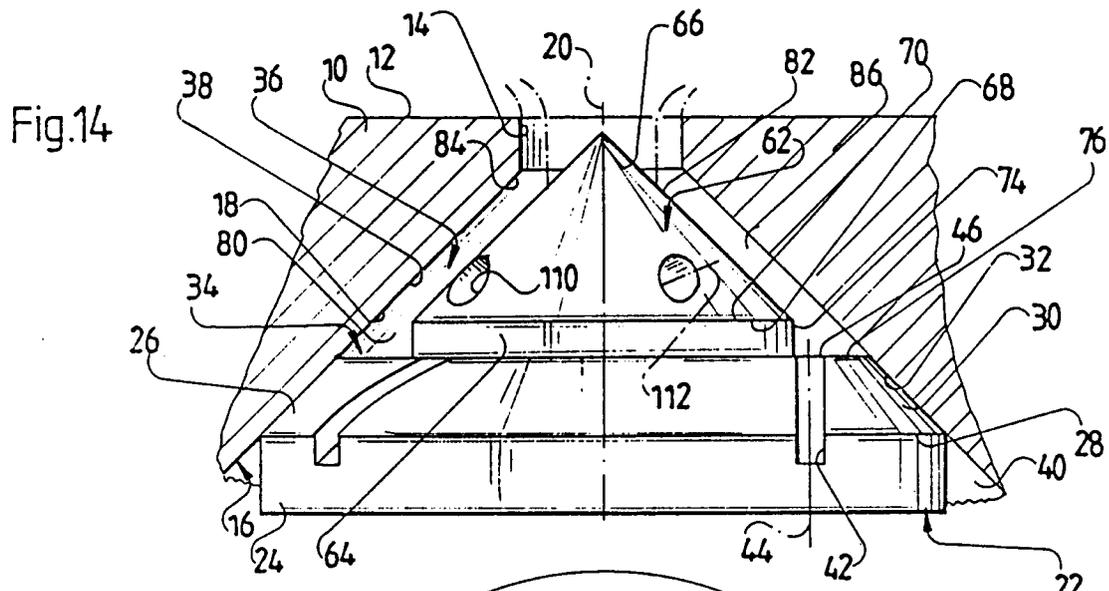


Fig. 7





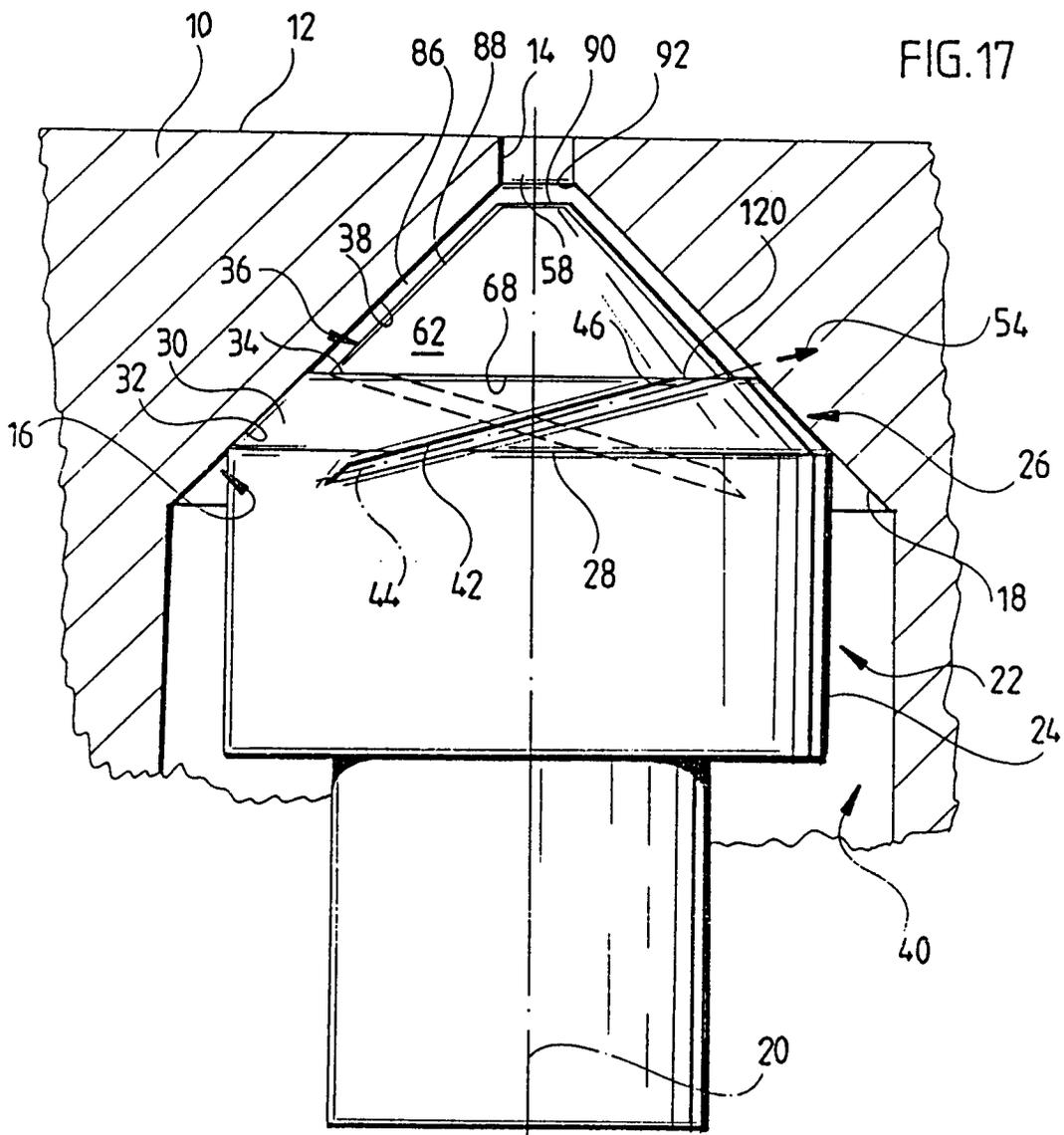


FIG. 17

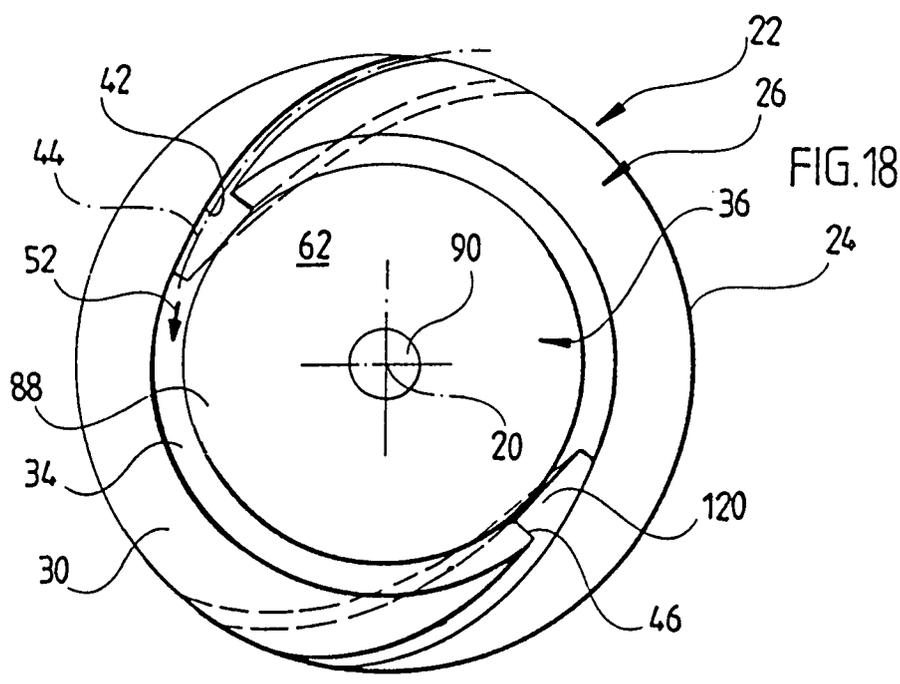


FIG. 18