

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 86100915.7

51 Int. Cl.⁴: **C 21 D 1/34**

C 21 D 9/54, F 27 D 7/04

22 Anmeldetag: 23.01.86

F 27 D 13/00, C 21 D 1/767

30 Priorität: 30.01.85 DE 3503089

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 06.08.86 Patentblatt 86/32

84 Benannte Vertragsstaaten:
 AT BE CH DE FR GB IT LI NL

71 Anmelder: **Kramer, Carl, Prof.Dr.-Ing.**
Am Chorusberg 8
D-5100 Aachen(DE)

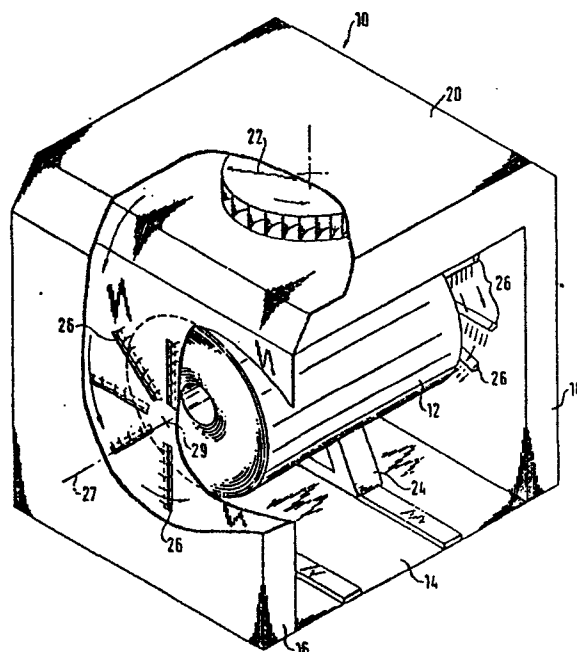
72 Erfinder: **Kramer, Carl, Prof.Dr.-Ing.**
Am Chorusberg 8
D-5100 Aachen(DE)

74 Vertreter: **Dipl.-Ing. Schwabe, Dr. Dr. Sandmair, Dr.**
Marx
Stuntzstrasse 16 Postfach 86 02 45
D-8000 München 86(DE)

54 Vorrichtung zur gleichmässigen Beaufschlagung einer planen Fläche mit einem Gas.

57 Eine Vorrichtung zur gleichmässigen Beaufschlagung einer planen Fläche mit einem Gas weist mehrere, schlitzförmige Öffnungen auf, die zumindest näherungsweise in einer Ebene liegen; die Längsachsen der Düsenöffnungen sind strahlenförmig angeordnet, während die Richtung der aus den schlitzförmigen Öffnungen austretenden Strömung gegen die Ebene, in der die Öffnungen liegen, geneigt ist. Dadurch läßt sich eine extrem gleichmässige Beaufschlagung erzielen, so daß die Differenz zwischen dem maximalen und dem minimalen Wert des Wärmeübergangs-koeffizienten nur noch gering ist.

FIG. 1



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur gleichmäßigen Beaufschlagung einer planen Fläche mit einem Gas.

Die besonders gleichmäßige Beaufschlagung einer Fläche mit einem Gas spielt überall da eine große Rolle, wo mittels dieses strömenden Gases Wärme auf ein Gut übertragen werden muß, da nur dann ein gleichmäßiger Wärmeübergang oder gegebenenfalls auch Stoffaustausch zwischen Gasstrom und Fläche gewährleistet ist, ohne daß größere Unterschiede im örtlichen Wärmeübergangskoeffizienten zu unterschiedlichen Temperaturen bzw. unterschiedlicher Aufheizung des Gutes führen. Dies stellt bspw. beim Anwärmen von Metallbunden ein großes Problem dar. Darunter versteht man zu einem Zylinder aufgewickelte Metall-Bleche, bspw. Aluminium-Bleche.

Zur Abkürzung der Glühzeit wird nämlich angestrebt, den Wärmeübergang in einem Kammerofen, wie er bspw. in der Aluminiumindustrie zum Glühen von Bandbunden benutzt wird, so hoch wie möglich zu treiben. Führt nun das verwendete Beblasungssystem zu großen örtlichen Unterschieden im Wärmeübergang, so können sich lokale Überhitzungen einstellen, die Verfärbungen der Metallbänder bewirken und außerdem die angestrebten metallurgischen Eigenschaften der Bänder beeinträchtigen können.

Die bisher üblichen Beblasungssysteme, mit denen ein hoher Wärmeübergang angestrebt wird, weisen Loch- oder Schlitzdüsen auf, die senkrecht auf die Stirnfläche

des Metallbundes auftreffende Prallstrahlen erzeugen; werden nun lokale Überhitzungen festgestellt, so bleibt vielfach keine andere Wahl als den Gesamt-Volumenstrom zu reduzieren und dadurch die hohen örtlichen Wärmeübergangskoeffizienten zu vermeiden.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur gleichmäßigen Beaufschlagung einer planen Fläche mit einem Gas der angegebenen Gattung zu schaffen, bei der die oben erwähnten Nachteile nicht mehr auftreten.

Insbesondere soll eine Vorrichtung vorgeschlagen werden, bei der die Unterschiede zwischen dem maximalen und dem minimalen Wärmeübergangskoeffizienten, also eine eventuelle Ungleichmäßigkeit in der Beaufschlagung mit dem Gas, wesentlich geringer als bei den herkömmlichen Beblasungssystemen sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Zweckmäßige Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen zusammengestellt.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile beruhen insbesondere darauf, daß bei einer einfachen, noch zu erläuternden Ausführungsform das Verhältnis zwischen lokal maximalem und lokal minimalem Wärmeübergangskoeffizient etwa 1,2 beträgt, also der feststellbare Unterschied zwischen den beiden Extremwerten sehr gering ist. Dies muß in Beziehung gesetzt werden zu einem Wert von 1,9 für ein Beblasungssystem, das Lochdüsen verwendet, und einem Wert von etwa 1,7 für ein Beblasungssystem, das herkömmliche Schlitzdüsen verwendet, die gerade Prallstrahlen auf die zu beaufschlagende

Fläche richten.

Diese extrem gleichmäßige Beaufschlagung bedeutet, daß im Mittel ein wesentlich höherer Volumenstrom auf das zu erwärmende Gut gerichtet werden kann als dies bei Einhaltung der gleichen Maximalwerte für den örtlichen Wärmeübergang mit anderen Düsensystemen möglich wäre. Die Folgen hiervon sind eine wesentliche Reduzierung der Aufheiz- bzw. Abkühlzeit sowie eine Vergrößerung des Verhältnisses der Kapazitätsströme vom dem Wärmeaustausch dienenden Gasstrom zu erwärmender bzw. abzukühlender Masse des Gutes. Diese Erhöhung des Kapazitätsstroms-Verhältnisses führt zu geringeren Temperaturdifferenzen im Gasstrom und mindert damit die Gefahr von starken Temperaturdifferenzen, bspw. durch die Bildung von Temperaturstrahlen.

Dieses neue Beblasungssystem eignet sich besonders für die Beaufschlagung der Stirnseiten von Bandbunden mit einem Gasstrom, dessen Wärmeübergangskoeffizient über die gesamte Stirnfläche gesehen nahezu konstant ist. Insbesondere bei aus Metall, bspw. Aluminium bestehenden Bandbunden erfolgt die Aufwärmung im wesentlichen über die Stirnflächen, da die Wärmeleitung in radialer Richtung wegen der Trennflächen zwischen den einzelnen Windungen des Bundes nur einen Bruchteil der Wärmeleitung in axialer Richtung ausmacht.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden, schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine perspektivische, teilweise weggeschnittene Ansicht einer Vorrichtung zur gleichmäßigen Beaufschlagung der beiden Stirnflächen eines Bandbundes mit einem Gas,

- Fig. 2 eine perspektivische Darstellung der Verteilung des örtlichen Wärmeübergangskoeffizienten bei einem Lochdüsen enthaltenden Beblasungssystem ($\alpha_{\max} / \alpha_{\min} = 1,9$),
- Fig. 3 eine perspektivische Darstellung der Verteilung des örtlichen Wärmeübergangskoeffizienten für ein Schlitzdüsen enthaltendes Beblasungssystem mit senkrecht auftreffenden Düsenstrahlen ($\alpha_{\max} / \alpha_{\min} = 1,7$),
- Fig. 4 eine perspektivische Darstellung der Verteilung des örtlichen Wärmeübergangskoeffizienten für ein erfindungsgemäßes Beblasungssystem mit geneigten Schlitzdüsen ($\alpha_{\max} / \alpha_{\min} = 1,2$),
- Fig. 5 eine perspektivische Ansicht des Düsenbodens mit Schlitzdüsen unterschiedlicher Neigung,
- Fig. 6 eine Draufsicht auf den Düsenboden mit verschiedenen Ausführungsformen von Schlitzdüsen,
- Fig. 7 eine perspektivische Detailansicht von zwei verschiedenen Ausführungsformen der Schlitzdüsen, und
- Fig. 8 Detailansichten weiterer Ausführungsformen der Schlitzdüsen.

Die aus Fig. 1 ersichtliche, allgemein durch das Bezugszeichen 10 angedeutete Vorrichtung zur gleichmäßigen Beaufschlagung der beiden Stirnflächen eines Metallbandbundes, insbesondere eines Aluminiumband-Bundes 12, weist ein allseitiges geschlossenes Gehäuse mit einem Boden 14, zwei hohlen, als Beblasungskammern ausgebildeten Seitenwänden 16, 18 und einem Deckel 20 auf, in den ein als Antrieb des umgewälzten Gasstromes dienender Radialventilator 22 integriert ist.

Der Bandbund 12 wird durch Stützen 24 so gehalten, daß seine beiden Stirnflächen den Seitenwänden 16 und 18 zugewandt sind. 0189055

Die beiden weiteren, in Fig. 1 nicht dargestellten Seitenwände können durch Türen verschlossen werden und dienen zur Beschickung dieses "Kammerofens" 10.

In die Innenflächen der beiden Seitenwände 16 und 18 sind sternförmig angeordnete Schlitzdüsen 26 integriert, die sich von einem gemeinsamen Mittelpunkt strahlenförmig nach außen erstrecken. Es ist vorteilhaft, den Bandbund 12 so anzuordnen, daß seine Achse 27 möglichst genau durch diese Mittelpunkte 29 geht, also zur strahlenförmigen Düsenanordnung konzentrisch ist. Die durch die Schlitzdüsen 26 bedeckte Fläche der Seitenwände 16, 18 soll im folgenden als "Düsenboden" bezeichnet werden.

Diese Schlitzdüsen 26 liegen also in einer gemeinsamen, durch die Innenfläche der Seitenwände 16, 18 gebildeten Ebene. Auch ihre Düsenöffnungen liegen zumindest näherungsweise in einer Ebene, wobei die Richtung der aus den Düsenöffnungen austretenden Gasströme gegen die Ebene, in der die Düsenöffnungen liegen, geneigt ist.

Fig. 5 zeigt in perspektivischer Ansicht den durch das Bezugszeichen 28 angedeuteten Düsenboden, aus dem die einzelnen Schlitzdüsen 26 mit jeweils unterschiedlicher Neigung vorstehen, wie man aus den eingezeichneten Winkeln erkennen kann.

In der Mitte des Düsenbodens 28 befindet sich ein kreisförmiger Bereich mit dem Durchmesser D_i , der ausgespart ist, d.h., in diesem Bereich 29 sind keine Schlitzdüsen 26 vorgesehen. Die Schlitzdüsen 26 erstrecken sich strahlenförmig vom Rand des kreisförmigen Bereiches 25 mit dem Durchmesser D_i radial nach außen, wobei sowohl die Winkel zwischen den einzelnen Schlitzdüsen 26 als auch die Neigung

der Schlitzdüsen in Bezug auf den Düsenboden 28 unterschiedlich sein können.

Die radial äußeren Enden der Schlitzdüsen 26 liegen auf einem Kreis mit dem Durchmesser D_a .

Fig. 6 zeigt eine Draufsicht auf unterschiedliche Ausführungsformen der Schlitzdüsen, und zwar im Sektor I schlitzförmige Öffnungen mit veränderlicher Breite in radialer Richtung, im Sektor II Schlitzdüsen mit unterschiedlicher Erstreckung in radialer Richtung, im Sektor III Schlitzdüsen mit unterschiedlichen Winkeln zwischen den einzelnen Strahlen und schließlich im Sektor IV eine Ausführungsform, bei der statt der schlitzförmigen Düsenöffnung mehrere, in radialer Richtung verlaufende Lochdüsenreihen verwendet werden.

Fig. 7 zeigt eine Detailansicht einer Modifikation, bei der die Öffnungen der Schlitzdüsen "verwunden" sind, d.h., die Neigung der Schlitzdüsen 26 ändert sich mit dem Radius, wodurch sich eine gekrümmte Schlitzachse ergibt.

Fig. 8 zeigt zwei Ausführungsformen, bei denen in die schlitzförmigen Düsenöffnungen Strömungsleiteinrichtungen 30 integriert sind, die wiederum der Einstromrichtung angepaßt sind. Diese Strömungsleiteinrichtungen 30 sind entweder gerade (rechte Variante) oder z.B. bei schräger Zuströmung in deren Richtung gebogen (linke Variante).

Bei der bspw. aus Fig. 5 ersichtlichen Ausführungsform beträgt der Winkel zwischen den einzelnen Schlitzdüsen 26 etwa 45° .

Durch die Neigung der Schlitzdüsen 26 gegenüber dem Düsenboden 28 sind die aus den schlitzförmigen Düsen

öffnungen austretenden Schlitzstrahlen ebenfalls gegenüber dem Düsenboden 28 geneigt.

Der sich in Richtung des Pfeils drehende Radialventilator 22 erzeugt einen Luftstrom, der zunächst nach außen strömt und dann in Richtung der Pfeile nach unten in die hohlen Seitenwände 16, 18 umgelenkt wird. Anschließend tritt dieser Gasstrom aus den hohlen Seitenwänden 16, 18, nämlich aus den Schlitzdüsen 26, aus und beaufschlagt die Stirnflächen des Bandbundes 12. Diese Stirnflächen verlaufen parallel zu den Düsenböden 28, d.h., die Schlitzdüsen 26 sind gegenüber den Stirnflächen des Bandbundes 12 geneigt.

Der Neigungswinkel zwischen dem Düsenboden 28 und den Schlitzdüsen 26 wird zweckmäßigerweise so ausgewählt, daß er dem Drehsinn des Wirbels entspricht, der sich bei üblicher Beschickung der Kammern in den Seitenwänden 16, 18 mittels des in die Ofendecke 20 eingebauten Radialventilators 22 bei üblichen Kammerofenkonstruktionen ergibt. Durch die Abstimmung der Neigung auf die Drehrichtung dieses Wirbels wird noch erreicht, daß alle Schlitzdüsen 26 etwa mit der gleichen Richtung angeströmt werden, was im Hinblick auf eine dem Querschnitt dieser Schlitzdüsen 26 möglichst genau entsprechende Mengenverteilung vorteilhaft ist.

Durch die Neigung der Schlitzstrahlen gegenüber den Stirnflächen des Bandbundes 12 in die gleiche Richtung entsteht auf den beblasenen Stirnflächen eine Strömung, die mit derjenigen in einem Wirbel verglichen werden kann.

Der mit der neuen Ausgestaltung erzielte Vorteil im Vergleich mit herkömmlichen Beblasungseinrichtungen soll im folgenden unter Bezugnahme auf die Figuren 2 bis 4 beschrieben werden.

Fig. 2 zeigt eine perspektivisch dargestellte Verteilung der örtlichen Wärmeübergangskoeffizienten für ein aus einem einzelnen Lochdüsen bestehendes Beblasungssystem. Bezogen auf die Achse der Düsenstrahlen (in Fig. 2 sind drei Düsenstrahlen angedeutet) ergibt sich für die Wärmeübergangsverteilung eine Kurve, die im Querschnitt einem Vulkankrater gleicht. Im Staupunkt bildet sich ein relatives Minimum, das von einem dem Kraterrand entsprechenden Maximalwert umgeben ist. Das Verhältnis von maximalen zu minimalen Wärmeübergangskoeffizienten beträgt etwa 1,9.

Fig. 3 zeigt eine entsprechende, perspektivische Darstellung der Verteilung des örtlichen Wärmeübergangskoeffizienten für ein Schlitzdüsensystem, das senkrecht auftreffende Düsenstrahlen erzeugt. Es ergibt sich ein ähnlicher Verlauf wie bei Fig. 2. Auch hier ist die Verteilung des Wärmeübergangskoeffizienten über der beaufschlagten Stirnfläche eines Bandbundes noch sehr ungleichmäßig. Das Verhältnis von maximalem zu minimalem Wärmeübergangskoeffizienten beträgt etwa 1,7.

Fig. 4 zeigt schließlich eine perspektivische Darstellung der Verteilung des örtlichen Wärmeübergangskoeffizienten für ein Beblasungssystem mit geneigten Schlitzdüsen. Hierbei ergibt sich ein extrem gleichmäßiger Wärmeübergangskoeffizient, d.h., das Verhältnis von maximalem zu minimalem Wert beträgt nur noch 1,2.

Müßte bspw. eine Beblasung mit einem maximalen Wärmeübergang von $170\text{W}/(\text{m}^2\text{ K})$ erreicht werden, so würde der höchstzulässige, mittlere Wärmeübergangskoeffizient für das Lochdüsensystem $110\text{W}/(\text{m}^2\text{ K})$, für das Schlitzdüsensystem mit senkrecht auftreffenden Düsenstrahlen $130\text{W}/(\text{m}^2\text{ K})$ und für das neue Beblasungssystem mit den geneigten Schlitzdüsen $160\text{W}/(\text{m}^2\text{ K})$ betragen.

Prof. Dr.-Ing. Carl Kramer
Am Chorusberg 8

5100 Aachen

Vorrichtung zur gleichmäßigen Beaufschlagung
einer planen Fläche mit einem Gas

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur gleichmäßigen Beaufschlagung einer planen Fläche mit einem Gas
 - a) mit mehreren, schlitzartigen Öffnungen, die einzelne, diskrete Gasstrahlen auf die Fläche richten, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
 - b) die Längsachsen der schlitzartigen Düsenöffnungen sind strahlenförmig angeordnet; und
 - c) die Richtung der aus den schlitzartigen Düsenöffnungen austretenden Strömung ist in Bezug auf den ebenen Düsenboden (28), in dem die schlitzartigen Düsenöffnungen liegen, geneigt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Neigung der austretenden Strahlen für alle Düsenöffnungen in die gleiche Richtung weist.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die schlitzartigen Düsenöffnungen in radialer Richtung unterschiedliche Querschnitte haben.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnitte der schlitzartigen Düsenöffnungen von einem Zentrum hin radial nach außen linear zunehmen.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Neigung der aus den schlitzartigen Düsenöffnungen austretenden Strömung in radialer Richtung längs der Düsenöffnungen ändert.

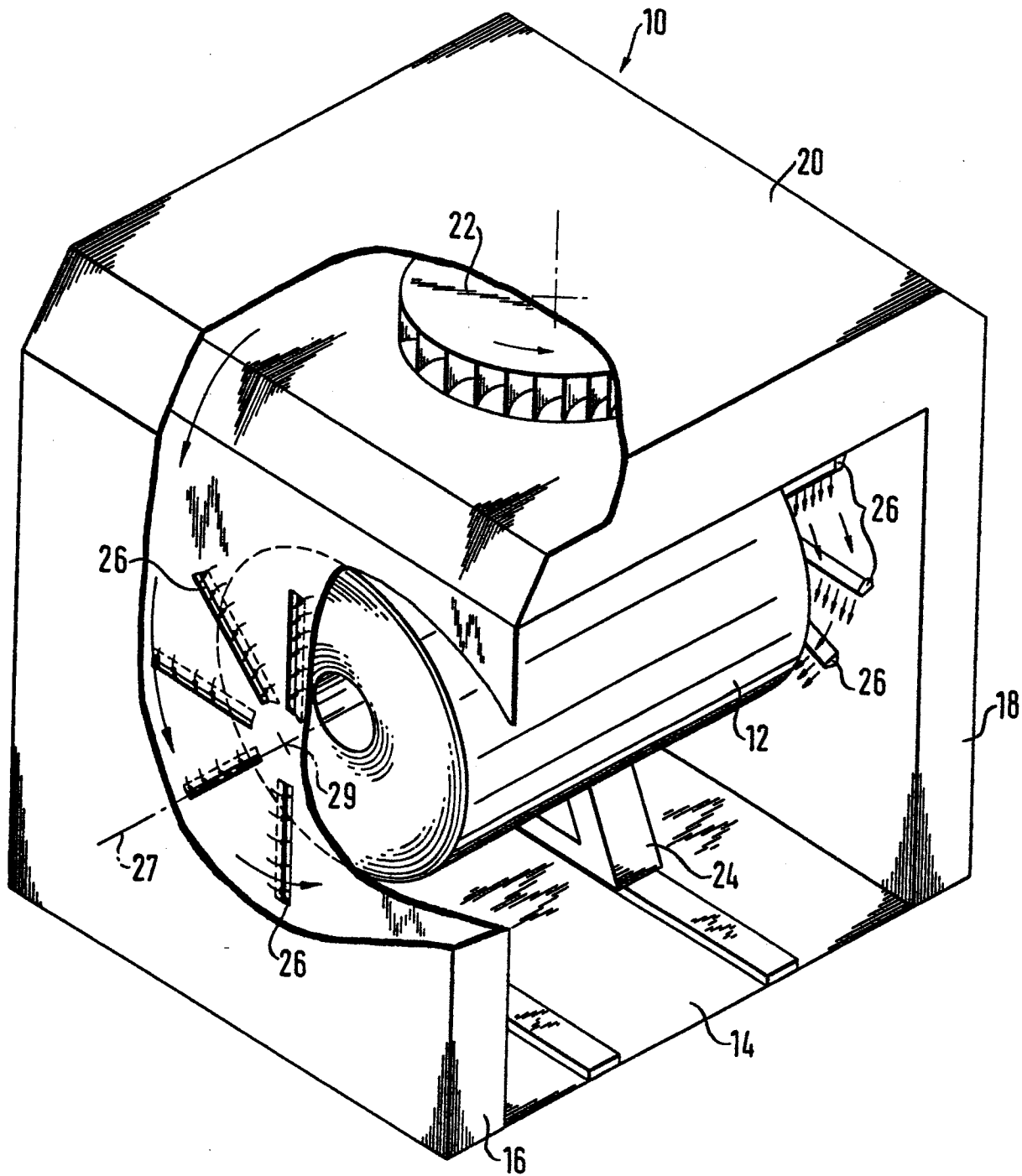
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die schlitzartigen Düsenöffnungen in radialer Richtung unterschiedliche Länge haben.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Winkel zwischen den strahlenförmig angeordneten Längsachsen der Düsenaustrittsquerschnitte ungleich sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die schlitzartigen Düsenöffnungen konstruktiv durch Lochreihen gebildet werden.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß in den oder in Strömungsrichtung gesehen vor den schlitzartigen Düsenöffnungen Strömungsleiteinrichtungen (30) angebracht sind.

FIG. 1



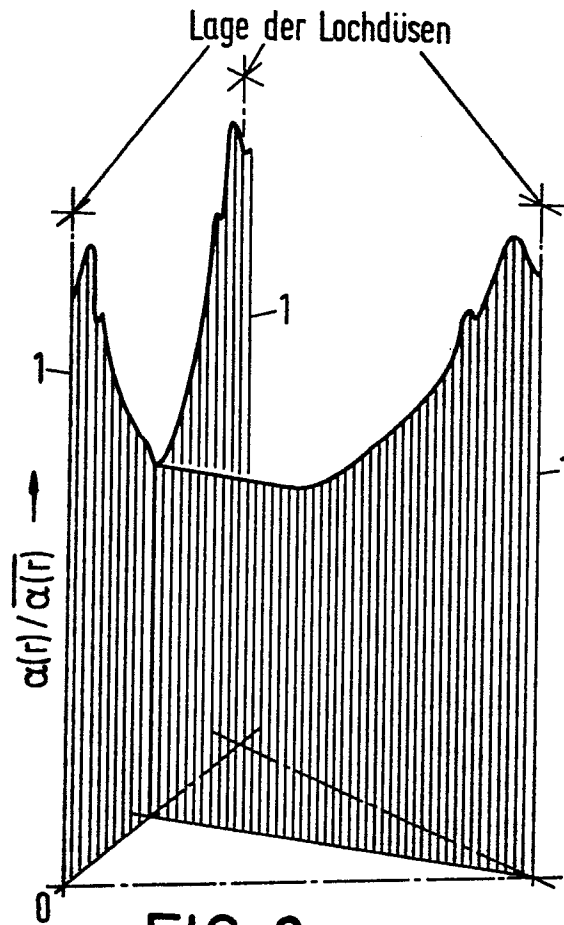


FIG. 2

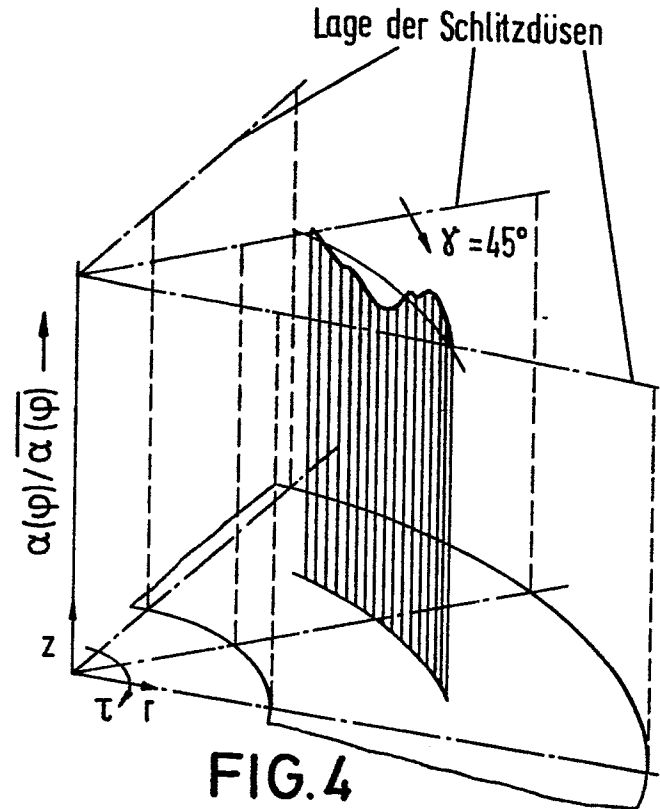


FIG. 4

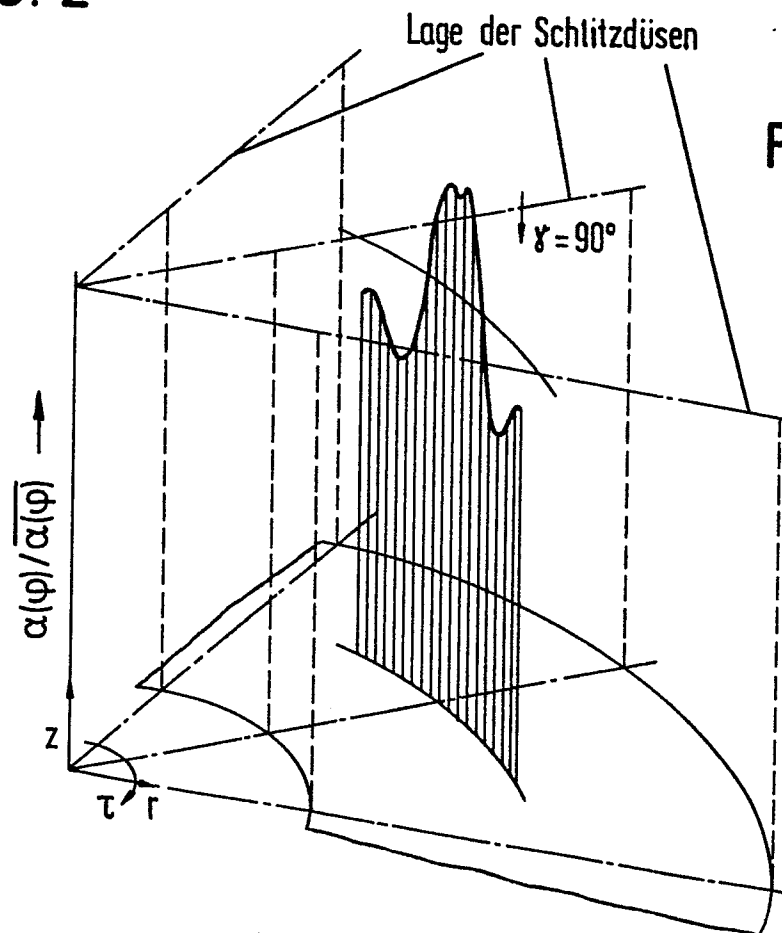


FIG. 3

FIG. 5

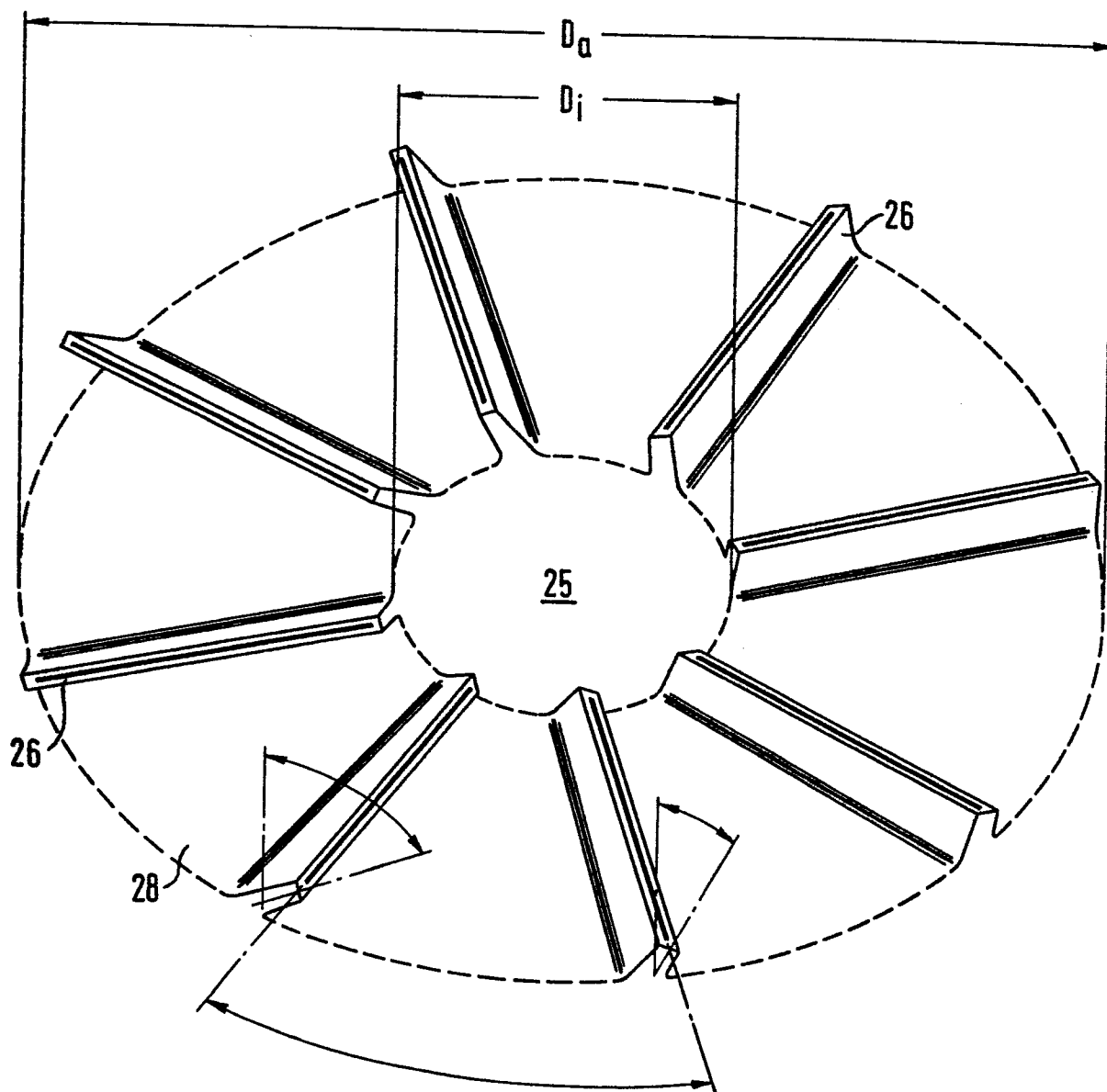


FIG. 6

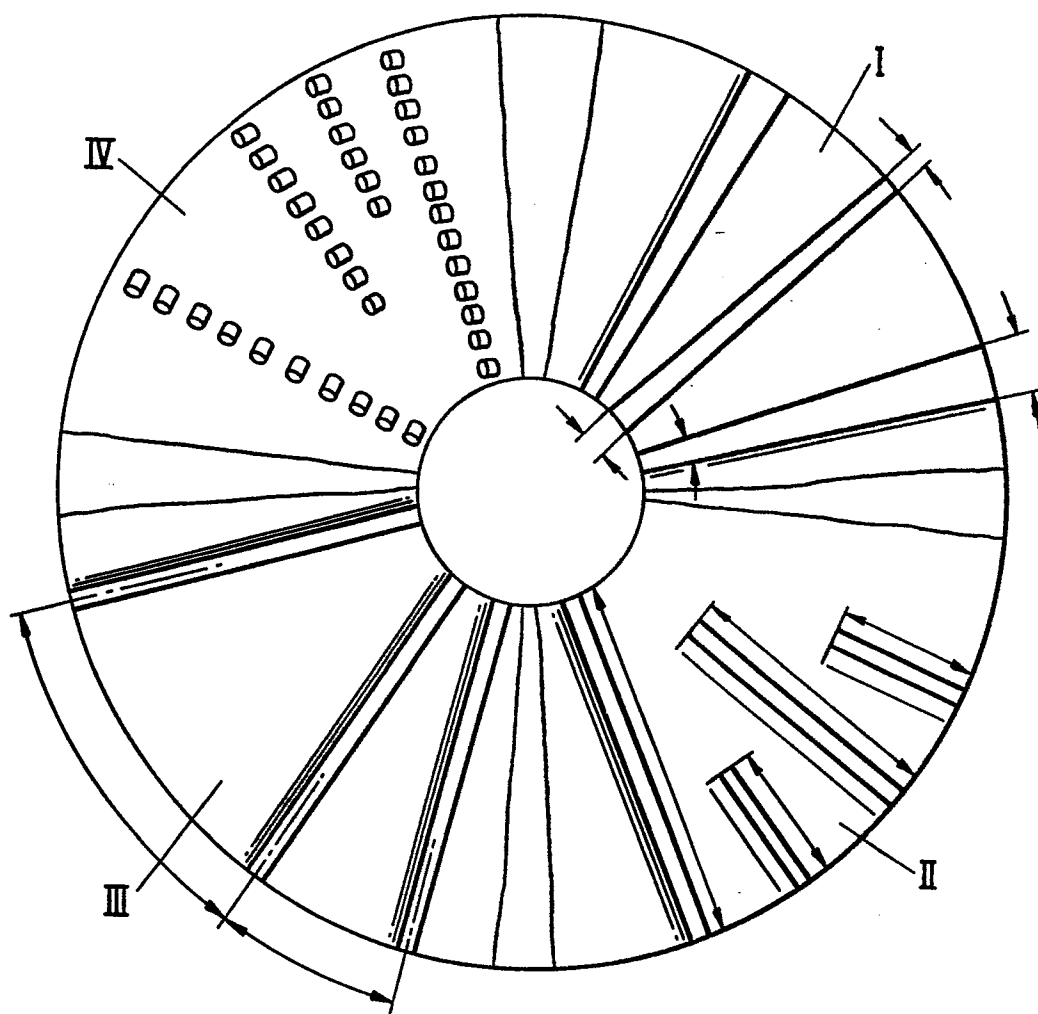


FIG. 7

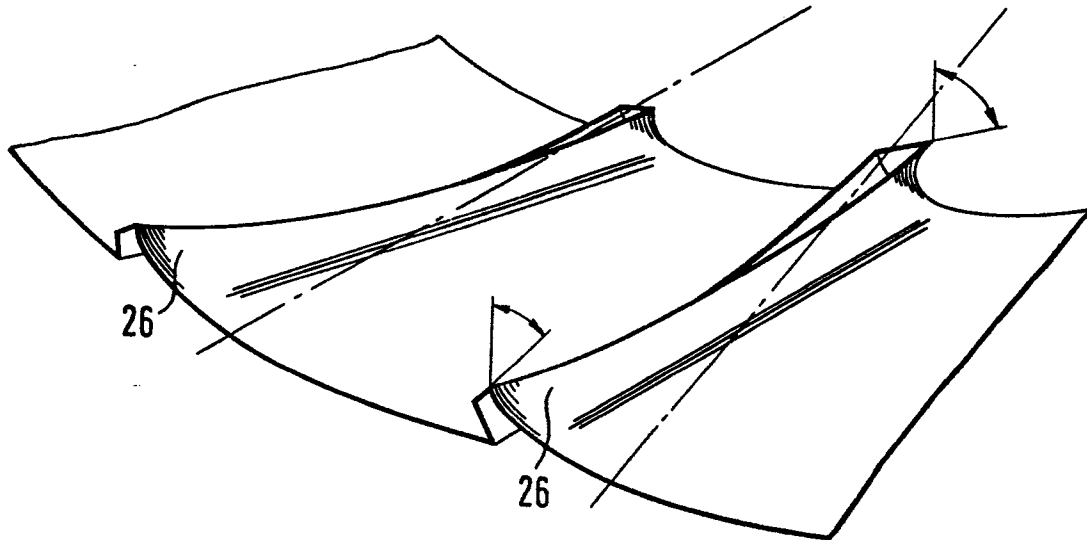


FIG. 8

