



**SCHWEIZERISCHE EidGENOSSENSCHAFT**  
 EidGENÖSSISCHES Institut FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① **CH 686 587 A5**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>: F 23 D 014/70  
 F 23 D 014/10

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
 Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT A5**

⑰ Gesuchsnummer: 01879/91

⑳ Anmeldungsdatum: 27.06.1991

⑳ Priorität:  
 03.07.1990 AT A1411/90  
 11.07.1990 AT A1473/90  
 30.07.1990 AT A1586/90  
 09.08.1990 AT A1669/90  
 18.03.1991 AT A600/91

㉔ Patent erteilt: 30.04.1996

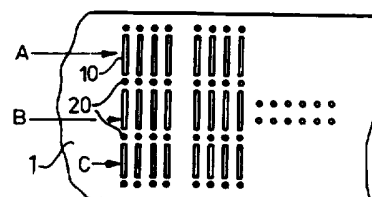
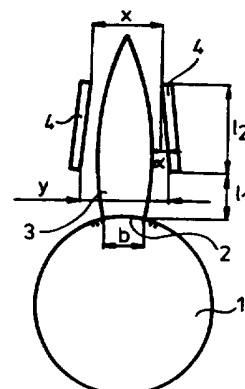
④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 30.04.1996

⑦③ Inhaber:  
 Vaillant GmbH, Riedstrasse 8, 8953 Dietikon (CH)

⑦② Erfinder:  
 Bechem, Herbert, Wuppertal 23 (DE)  
 Demski, Frank-Michael, Bochum 6 (DE)  
 Gebers, Jens, Schwelm (DE)  
 Kohlmann, Hans-Albrecht, Remscheid (DE)  
 Menne, Winfried, Wuppertal 1 (DE)  
 Pieper, Thomas, Wermelskirchen (DE)  
 Rädlein, Christian, Hilden (DE)  
 Van Minh, Tong, Remscheid (DE)

⑤④ Brenner.

⑤⑦ Der Brenner weist mindestens ein Brennröhr (1) auf, das mit einem brennbaren Gemisch beaufschlagbar und mit radialen, im wesentlichen entlang mindestens einer zur Längsachse des Brennröhres (1) parallelen Reihe (A, B, C) angeordneten Ausströmöffnungen (2, 10, 20) für die Ausbildung von Flammen (3) versehen ist, wobei oberhalb des im wesentlichen horizontal angeordneten Brennröhres (1) in einem Abstand von diesem Flammenkühlstäbe (4) angeordnet sind, die sich im wesentlichen parallel zum Brennröhr (1) erstrecken. Um bei einem solchen Brenner einen Betrieb zu ermöglichen, bei dem die Flammen (3) sehr rasch in einen stabilen Betrieb übergehen, ist vorgesehen, dass die Flammenkühlstäbe (4) mit einem rechteckigen Querschnitt oder mit rundem Querschnitt ausgebildet sind und zu beiden Seiten der Reihen (A, B, C) der Ausströmöffnungen (2, 10, 20), die für die Ausbildung von Hauptflammen vorgesehen sind, angeordnet sind, um den von den Flammen (3) erfüllten Bereich seitlich zu begrenzen.



**Beschreibung**

Die Erfindung bezieht sich auf einen Brenner gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs.

5 Bei solchen Brennern kommt es bei der Verbrennung des aus einem brennbaren Gas und Luft bestehenden, im Brennrrohr geführten und aus diesem aus einer Reihe von Ausströmöffnungen ausströmenden Gemisches zu einer Zumischung von Sekundärluft aus dem Brennraum, in dem das beziehungsweise die Brennrohre angeordnet sind.

Die Flammenkühlstäbe bewirken dabei eine Abfuhr der Wärme aus dem Bereich der Flammen. Durch diese Massnahmen wird somit eine entsprechende Kühlung der Flammen erreicht, wodurch die Bildung von  $\text{NO}_x$  weitgehend reduziert wird.

Bei den bekannten Brennern hat sich gezeigt, dass sich die Flammen nur sehr langsam stabilisieren und durch kleinste Störeinflüsse aus dem Zustand einer stabilen Verbrennung gebracht werden können.

15 Ziel der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und einen Brenner der eingangs erwähnten Art vorzuschlagen, bei dem ein hohes Mass an Stabilität bei der Verbrennung sichergestellt ist und bei dessen Betrieb der Ausstoss von Schadstoffen weitgehend vermieden wird.

Erfindungsgemäss wird dies durch die kennzeichnenden Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs erreicht.

20 Durch die Anordnung der Flammenkühlstäbe wird eine sehr rasche Stabilisierung der Flammen erreicht, so dass der Brenner sehr rasch nach seiner Inbetriebnahme seinen stabilen Betriebszustand erreicht, wodurch ebenfalls der Ausstoss von Schadstoffen verringert wird, die besonders während des Überganges in den stabilen Betriebszustand entstehen.

Die Querschnittsform der Kühlstäbe mit rechteckigem Querschnitt kann in weiten Grenzen beliebig gewählt werden. Ausserdem können die Kühlstäbe zum Beispiel eine S-förmige Biegung, eine Wölbung, einen Knick, ein Tragflächenprofil oder dergleichen aufweisen.

Durch die Massnahmen der Ansprüche 2 bis 5 ergeben sich vorteilhafte Dimensionierungen, die zu besonders günstigen Strömungsverhältnissen für die zuströmende Sekundärluft im Bereich der Flammen führen, die zu einer raschen Stabilisierung der Flammen beitragen.

30 Durch die Massnahmen gemäss Anspruch 6 ist sichergestellt, dass die gesamte Sekundärluft nur zwischen den Flammenkühlstäben und den Flammen – nicht jedoch zwischen den Flammenkühlstäben – nach oben strömen kann und daher die Flammen entsprechend gekühlt werden, was zu einer Verminderung der  $\text{NO}_x$ -Bildung, insbesondere der prompten  $\text{NO}_x$ -Bildung aufgrund des höheren Sauerstoffanteiles in der primären Verbrennungszone führt. Ausserdem kommt es auch zu einem Eindringen der Sekundärluft in die Flammen, so dass diese mit einer relativ grossen Menge an Sauerstoff versorgt werden und es zu einer weitgehend vollständigen Verbrennung des Brenngases kommt und daher ein Ausstoss an CO weitestgehend vermieden wird. Dies führt zu einer schadstoffarmen Verbrennung und auch zu einer geringfügigen Verbesserung des Brennerwirkungsgrades.

Der Anstieg der Luftzahl in der Reaktionszone kann Werte erreichen, die eine gleichzeitige Reduzierung der Stickoxid- und Kohlenmonoxidemissionen bewirken.

Die Ausbildung der Flammenkühlstäbe mit rechteckigem Querschnitt ist zwar im Sinne einer guten Führung der Sekundärluft vorteilhaft, aber nicht unbedingt erforderlich. Es können auch Flammenkühlstäbe mit rundem Querschnitt verwendet werden. Wichtig ist dabei lediglich, dass die Flammenkühlstäbe mit den Brückenteilen dicht verbunden sind, um sicherzustellen, dass die gesamte Sekundärluft zwischen den Flammenreihen und den neben diesen angeordneten Flammenkühlstäben hindurchströmt.

Nach Anspruch 7 ergibt sich ein besonders einfacher Aufbau des erfindungsgemässen Brenners.

50 Durch die Massnahmen gemäss Anspruch 8 wird erreicht, dass Sekundärluft in bestimmten Zonen der Flammen zu diesen zuströmen kann, wodurch eine gezielte Kühlung der Flammen in bestimmten Bereichen ermöglicht wird. Dabei können die Durchbrechungen verschieden ausgeführt sein. So kann/können zum Beispiel eine oder zwei sich nahezu über die gesamte Länge der Flammenkühlstäbe in deren Längsrichtung erstreckende Durchbrechung(en) vorgesehen werden. Es ist aber auch möglich, die Flammenkühlstäbe mit einer Reihe von kreisrunden Bohrungen zu versehen, die im Bereich der Ausströmöffnungen angeordnet sind. Weiter können auch sich im wesentlichen senkrecht zur Längsachse des Flammenkühlstäbe erstreckende rechteckige Durchbrechungen vorgesehen sein.

Durch die Massnahmen nach Anspruch 9 wird eine sehr gute Führung der zu den einzelnen Flammen zuströmenden Sekundärluft erreicht, wodurch einerseits eine ausreichende Versorgung der Flammen mit Sauerstoff sichergestellt wird und andererseits eine weitgehende Kühlung der Flammen erreicht und damit die Bildung von  $\text{NO}_x$  weitgehend vermieden wird.

60 Durch die in Anspruch 10 vorgeschlagenen Massnahmen ergeben sich Spalte, durch die Sekundärluft gezielt zu bestimmten Zonen der Flammen zuströmen kann.

Durch die Massnahmen nach Anspruch 11 ergibt sich eine besonders weitgehende Kühlung der Flammen, wodurch die Bildung von  $\text{NO}_x$  weitestgehend vermieden wird.

65 Bei einer Ausführungsform nach Anspruch 12 kommt es zu einer Teilung der Flammen, die um die seitlichen Ränder des Flammenkühlstabes brennen. Dadurch ergibt sich einerseits eine sehr intensive

Kühlung der Flammen und durch die Teilung derselben andererseits ein verbesserter Zutritt von Sekundärluft zu den Flammen.

Bei Ausführung gemäss Anspruch 13 ist sichergestellt, dass die Flammen in deren seitlichen Randbereichen, in denen der Luftsauerstoff in diese eindiffundiert und wo es bevorzugt zur Bildung von  $\text{NO}_x$  kommt, gekühlt werden, so dass die zur Bildung von  $\text{NO}_x$  erforderliche Temperatur in diesen Bereichen nicht mehr erreicht werden kann, aber eine Kühlung des Kernbereiches der Flammen weitgehend unterbleibt, so dass in diesen Bereichen eine vollständige Verbrennung sichergestellt ist. Dadurch wird die Bildung von CO weitestgehend unterbunden und ein hoher Wirkungsgrad des Brenners sichergestellt.

Durch die Massnahmen gemäss Anspruch 14 ist sichergestellt, dass die, gegebenenfalls in mehreren, entlang von peripheren Mantellinien des Brennröhres verlaufenden Reihen, angeordneten Flammen in deren äusseren Seitenbereichen, in denen die Luft ungehindert zuströmen kann, an den Flammenkühlstäben entlangstreichen und von diesen gekühlt werden. Damit erfolgt mit zwei Flammenkühlstäben die Kühlung der Flammen in jenen Bereichen, in denen es zu verstärkter  $\text{NO}_x$ -Bildung kommen kann, wodurch diese entsprechend eingeschränkt wird.

Nach Anspruch 15 werden die Seitenbereiche aller Flammen gekühlt, wodurch eine sehr weitgehende Reduktion des  $\text{NO}_x$ -Ausstosses erzielt wird. Die durch die Flammenkühlstäbe abgeführte Wärme kann dabei in das zu erwärmende Medium eingebracht werden. Die gegebenenfalls vorhandenen Hilfsflammen, die zwischen den Reihen von zur Ausbildung der Hauptflammen dienenden Ausströmöffnungen angeordnet sind und einen Querschnitt aufweisen, der erheblich geringer als der Querschnitt der zur Ausbildung der Hauptflammen vorgesehenen Ausströmöffnungen ist, die meist eine sich in Umfangsrichtung des Brennröhres erstreckende langgestreckte schlitzzartige Form aufweisen, tragen dabei kaum zur  $\text{NO}_x$ -Bildung bei und werden durch die Spitzenbereiche der Flammenkühlstäbe gekühlt.

Dabei hat sich die Dimensionierung nach Anspruch 16 als vorteilhaft erwiesen. Bei Einhaltung dieser Dimensionierungsregel wird sichergestellt, dass die Randbereiche der Flammen, die sich durch die Flammenkühlstäbe etwas auffächern, ausreichend gekühlt werden, um ein Überschreiten der zur vermehrten Bildung von  $\text{NO}_x$  erforderlichen Temperatur zu verhindern und dabei eine Beeinflussung der Kernbereiche der Flammen weitgehend zu vermeiden, so dass in diesem Bereich eine für eine weitgehend vollständige Verbrennung ausreichende Temperatur erhalten bleibt.

Durch die in Anspruch 17 gekennzeichneten Massnahmen ergeben sich sehr günstige Verhältnisse im Hinblick auf eine ausreichende Kühlung der Flammen zur Vermeidung der  $\text{NO}_x$ -Bildung.

Durch die Einhaltung der Bemessungsregeln gemäss der Ansprüche 18 bis 20 ergibt sich, insbesondere bei der Anordnung von drei Flammenkühlstäben pro Brennröhr, eine sehr rasche Abfuhr der Wärme aus der Flamme, so dass diese rasch unter eine für die Bildung von  $\text{NO}_x$  ausreichende Temperatur gekühlt wird und daher die Bildung dieses Schadstoffes weitgehend unterbleibt.

Mittels Anspruch 21 ist sichergestellt, dass die Kühlung in zwei Ebenen erfolgt, wodurch eine ausreichende Kühlung auch grösserer Flammen gewährleistet ist.

In diesem Zusammenhang hat sich eine Beabstandung nach Anspruch 22 als besonders günstig erwiesen.

Durch die Massnahmen gemäss Anspruch 23 lässt sich eine besonders gute Kühlung der Flammen in deren Randbereichen erreichen, in denen es aufgrund der dort erfolgenden Eindiffundierung von Luft zu einer verstärkten  $\text{NO}_x$ -Bildung kommt, die durch die Kühlung der Flamme in diesen Bereichen weitgehend unterbunden wird.

Durch die Massnahmen nach Anspruch 24 ist sichergestellt, dass die Flammen, auch wenn sie über sich im wesentlichen in Umfangsrichtung des Querschnitts des Brennröhres erstreckende längliche Schlitze des Brennröhres mit Gemisch gespeist werden, in deren seitlichen Randbereichen gekühlt werden.

Mittels Anspruch 25 wird sichergestellt, dass eine verstärkte Kühlung der Flammen in den Bereichen erreicht wird, in denen zwei Reihen von Flammen aneinander angrenzen und es aus diesem Grunde in diesen Bereichen zu entsprechend höheren Temperaturen kommen würde.

Die Anordnung nach Anspruch 26 zeichnet sich durch folgende Vorteile aus:

Da sich die Flammen an den dem Brennröhr näheren Flammenkühlstab anlegen, werden sie in die Breite gezogen. Durch den vom Brennröhr weiter entfernten Flammenkühlstab wird die auseinandergelagerte Flamme in deren Randbereichen intensiv gekühlt und dadurch die Bildung von  $\text{NO}_x$  verhindert.

Dabei ist die Winkelanordnung gemäss Anspruch 27 besonders vorteilhaft.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 schematisch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemässen Brenners,  
 Fig. 2 schematisch ein Schlitzbild eines Brennröhres in Draufsicht,  
 Fig. 3 schematisch einen erfindungsgemässen Brenner mit zwei Flammenkühlstäben im Querschnitt,  
 Fig. 4 schematisch einen erfindungsgemässen Brenner mit vier Flammenkühlstäben im Querschnitt,  
 Fig. 5 schematisch einen erfindungsgemässen Brenner mit zwei Flammenkühlstäben im Querschnitt.  
 Fig. 6 schematisch einen weiteren erfindungsgemässen Brenner,  
 Fig. 7 bis 9 Querschnitte von verschiedenen Ausführungsformen erfindungsgemässer Brenner,

Fig. 10 und 11 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Brenners im Schnitt und in axonometrischer Darstellung,

Fig. 12 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Brenners,

Fig. 13 bis 15 eine Ansicht auf die Flammenkühlstäbe des Brenners nach der Fig. 12 und

Fig. 16 bis 26 verschiedene Möglichkeiten der Anordnung von Flammenkühlstäben.

Das Brennrohr 1 des Brenners nach der Fig. 1 weist eine Reihe im Bereich der obersten peripheren Mantellinie des Brennrohres 1 angeordneter Ausströmöffnungen 2 auf, durch die ein Gemisch aus einem brennbaren Gas und Luft austritt und entzündet wird.

Seitlich der Flammen 3 und oberhalb des Brennrohres 1 sind zwei Flammenkühlstäbe 4 mit rechteckigem Querschnitt angeordnet, die sich parallel zum Brennrohr 1 erstrecken und im wesentlichen hochkant angeordnet sind und den Flammenbereich seitlich begrenzen.

Dabei ist die Anordnung der Kühlstäbe 4 so gewählt, dass das Verhältnis des Abstandes  $l_1$  der Unterkante von der Tangente zur obersten Mantellinie des Brennrohres 1 zur Breite  $b$  der Flamme 3 in deren Ansatzbereich an dem Brennrohr 1 zwischen 0,5 und 13,4 beträgt.

Weiter liegt das Verhältnis des senkrechten Abstandes  $l_2$  der Unterkante von der Oberkante des Kühlstabes 4 zum Abstand  $l_1$  der Unterkante von der Tangente des Brennrohres 1 im Bereich von 0,25 bis 16.

Der maximale Abstand  $y$  der Kühlstäbe 4, der in deren unterstem Bereich vorgesehen ist, ist so bemessen, dass er um 4 bis 20 mm grösser als die Breite der Flamme 3 in deren Ansatzbereich an dem Brennrohr 1 ist.

Wie aus der Fig. 1 weiterhin zu ersehen ist, stehen die im Querschnitt rechteckigen Kühlstäbe 4, die aus Keramik oder aus Metall hergestellt sein können, in einem Winkel  $\alpha$  zur Vertikalen, wobei sie sich gegen ihr oberes Ende zu aneinander annähern.

Bei dem Brenner nach der Fig. 2 weist das Brennrohr 1 drei nebeneinander verlaufende Reihen von Ausströmöffnungen 10 auf, die sich in Umfangsrichtung des Brennrohres 1 beziehungsweise dessen Querschnittes erstrecken. Dabei sind die Ausströmöffnungen 10 in den Reihen A, B und C fluchtend zueinander angeordnet.

Zwischen den Reihen A, B und C der Ausströmöffnungen 10, die eine im wesentlichen langgestreckte schlitzartige Form aufweisen und zur Ausbildung der Hauptflammen dienen, sowie entlang der Aussenränder der beiden äusseren Reihen A und C sind weitere Ausströmöffnungen 20 angeordnet, durch die ebenfalls ein zündfähiges Gas-Luft-Gemisch aus dem Brennrohr 1 austreten kann und die zur Ausbildung von Halteflammen dienen.

Aus Fig. 3 ist zu ersehen, dass im Abstand  $n$  von der Oberfläche des Brennrohres 1 runde Flammenkühlstäbe 40, die vorzugsweise aus Keramik hergestellt sind, angeordnet sind. Dabei ist der Abstand  $n$  als kürzester Abstand zwischen der Brennrohroberfläche und dem Flammenkühlstab 40 zu verstehen.

Der Winkel  $\alpha_1$ , den die durch die Mittelpunkte der runden Flammenkühlstäbe 40 gehenden Radialstrahlen einschliessen, die auch die äusseren Begrenzungen in Umfangsrichtung des Querschnittes des Brennrohres 1 der in den äusseren Reihen A und C angeordneten Ausströmöffnungen 10 berühren, entspricht der folgenden Beziehung:

$$\alpha_1 = \frac{4b}{d} \cdot \frac{90}{\pi}$$

wobei  $b$  die Bogenlänge, über die sich die in den drei Reihen A, B, C nebeneinanderliegenden, entlang von Mantellinien des Brennrohres 1 angeordneten Ausströmöffnungen 10 des Brennrohres 1 erstrecken, und  $d$  den Durchmesser des Brennrohres 1 bedeuten.

Bei dieser Ausführungsform werden nur die äusseren Ränder der aussen liegenden Flammen durch die runden Flammenkühlstäbe 40 gekühlt, wobei jedoch gerade in diesen Bereichen, bei Fehlen der Flammenkühlstäbe 40 die stärkste NO-Bildung zu beobachten ist.

Bei der Ausführungsform nach der Fig. 4 ist eine erhöhte Anzahl von Flammenkühlstäben 40 vorgesehen, die zur Kühlung der Hauptflammen dienen. Diese Flammenkühlstäbe 40 sind entsprechend der Bogenlänge der Ausströmöffnungen 10 angeordnet, wobei der Winkel  $\alpha_2$ , den die durch die Mittelpunkte der Querschnitte der inneren Flammenkühlstäbe 40 gehenden Radialstrahlen des Querschnittes des Brennrohres 1 einschliessen, im wesentlichen der folgenden Beziehung gehorcht:

$$\alpha_2 = \frac{4k}{d} \cdot \frac{90}{\pi}$$

wobei  $k$  in etwa die Bogenlänge, über die sich eine Ausströmöffnung 10 des Brennrohres 1 erstreckt,

und d den Durchmesser des Brennröhres 1 bedeuten. Die äusseren Flammenkühlstäbe 40 sind nach der gleichen Bemessungsgrundlage wie die der Fig. 3 angeordnet.

Wie aus der Fig. 4 noch zu ersehen ist, ergeben sich bezüglich der inneren Flammenkühlstäbe 40 geringfügige Abweichungen von der obigen Formel, die durch die Abstände der äusseren Ausströmöffnung 10 von den mittleren bedingt sind. Dabei können zum Ausgleich die mittleren Flammenkühlstäbe 40 einen grösseren Durchmesser als die aussen angeordneten Flammenkühlstäbe 40 aufweisen. Die mittleren Flammenkühlstäbe 40 sind zweckmässigerweise genau zwischen zwei Reihen von Ausströmöffnungen 10 angeordnet.

Die Ausführungsform nach der Fig. 5 entspricht im wesentlichen jener nach der Fig. 3. Allerdings sind die Flammenkühlstäbe 40 zwischen den Reihen von Ausströmöffnungen 10 angeordnet, so dass alle Flammen durch die Flammenkühlstäbe 40 gekühlt werden. Dabei liegen die Flammenkühlstäbe 40 genau zwischen zwei Reihen von Ausströmöffnungen 10. Praktisch entspricht die Ausführungsform nach der Fig. 5 jener nach der Fig. 4, nur, dass die äusseren Flammenkühlstäbe 40 weggelassen sind.

Der Abstand n der Flammenkühlstäbe 40 von der Brennröhroberfläche beträgt zwischen 4 mm und 12 mm und der Durchmesser der Flammenkühlstäbe liegt bei 4 mm bis 11 mm.

Die Brennröhre 1 des Ausführungsbeispiels nach der Fig. 6 sind in einem Mittenabstand D voneinander angeordnet, der zwischen 40 mm und 100 mm liegt, wobei der Durchmesser E der Brennröhre 1 30 mm bis 60 mm beträgt.

Im Bereich der obersten peripheren Mantellinie der Brennröhre 1 sind nicht dargestellte Ausströmöffnungen angeordnet, durch die das brennbare Gemisch ausströmen und entzündet werden kann.

Oberhalb der Brennröhre 1 sind runde Flammenkühlstäbe 40 in einem Kreisbogenabschnitt angeordnet, dessen Mittelpunkt um das Mass der Exzentrizität G unterhalb des Mittelpunktes des jeweiligen Brennröhres 1 liegt und dessen Durchmesser H vom Durchmesser E des zugehörigen Brennröhres 1 abhängt und der Beziehung

$$H = E + 2 \cdot (5 \text{ mm bis } 12 \text{ mm} + G)$$

entspricht.

Dabei beträgt das Mass der Exzentrizität G 3 mm bis 8 mm.

Der Durchmesser F der Flammenkühlstäbe 40 beträgt zweckmässigerweise 4 mm bis 10 mm.

Wesentlich bei der Dimensionierung des Brenners ist auch die Einhaltung bestimmter Zusammenhänge zwischen den einzelnen Abmessungen.

Das Verhältnis x des Brennröhredurchmessers E zum Durchmesser H des Kreisbogenabschnittes, auf dem die Mittelpunkte der Flammenkühlstäbe 40 liegen,

$$x = \frac{E}{H}$$

soll zwischen 46 und 100 liegen.

Das Verhältnis y der Exzentrizität G zum Durchmesser F der Flammenkühlstäbe 40,

$$y = \frac{G}{F}$$

soll zwischen 0,3 und 2 liegen.

Das Verhältnis z des Abstandes D der Mittelpunkte der Brennröhre 1 zum Durchmesser der Brennröhre 1,

$$z = \frac{D}{E}$$

soll zwischen 0,667 und 3,333 liegen.

Weiter soll das Produkt i der Verhältniszahlen x, y und z,

$$i = x \cdot y \cdot z$$

zwischen 0,06 und 8,693 liegen.

Bei der Ausführungsform nach der Fig. 7 sind runde Flammenkühlstäbe 40 auf einem ersten inneren zum Brennröhr 1 konzentrischen Kreisbogenabschnitt angeordnet, wobei das Brennröhr 1 mit zwei zu beiden Seiten der vertikalen Achse des Querschnittes des Brennröhres 1 angeordneten, sich entlang

von peripheren Mantellinien desselben erstreckenden Reihen von Ausströmöffnungen zur Speisung von Hauptflammen versehen ist. Dabei beträgt der Abstand  $e$  dieser inneren Flammenkühlstäbe 40 von der Brennohroberfläche 4 bis 12 mm, wobei der Durchmesser der Flammenkühlstäbe 40 bei 4 mm bis 12 mm liegt.

5 Weiter sind äussere Flammenkühlstäbe 40 auf einem zweiten grösseren zum Brennrrohr 1 konzentrischen Kreisbogenabschnitt angeordnet. Dabei sind diese äusseren Flammenkühlstäbe 40 gegenüber den inneren Flammenkühlstäben 40 versetzt angeordnet, wobei die äusseren Flammenkühlstäbe 40 im wesentlichen im Bereich der Winkelhalbierenden der durch die Mittelpunkte zweier benachbarter innerer Flammenkühlstäbe 40 geführter Radialstrahlen angeordnet sind.

10 Der Abstand der  $f$  äusseren Flammenkühlstäbe 40 von der Brennohroberfläche beträgt dabei 15 mm bis 20 mm.

Die durch die Mittelpunkte der seitlichen Flammenkühlstäbe 40 verlaufenden Radialstrahlen schliessen mit der vertikalen Mittelachse des Querschnittes des Brennröhres 1 einen Winkel  $\alpha$  von je 5 bis 40° ein. Die durch die Mittelpunkte der äusseren Flammenkühlstäbe 40 geführten Radialstrahlen schliessen mit der vertikalen Mittelachse des Querschnittes des Brennröhres 1 einen Winkel  $\beta$  von je 0 bis 20° ein.

15 Bei der Ausführungsform nach der Fig. 8 sind die inneren und die äusseren Flammenkühlstäbe 40 auf den jeweils gleichen Radialstrahlen angeordnet. Dabei schliessen diese Radialstrahlen mit der vertikalen Mittelachse des Querschnittes des Brennröhres 1 einen Winkel  $\alpha$  zwischen 5° und 40° ein.

20 Der Abstand  $e$  der inneren Flammenkühlstäbe 40 von der Brennohroberfläche beträgt dabei 4 mm bis 12 mm und der kleinste Abstand  $g'$  zwischen den Flammenkühlstäben 40 entlang eines Radialstrahles liegt bei 3 mm bis 15 mm.

Die Ausführungsform nach der Fig. 9 unterscheidet sich von jener nach der Fig. 7 lediglich dadurch, dass noch ein weiterer Flammenkühlstab 40 vorgesehen ist, der im Bereich der vertikalen Achse des Querschnittes des Brennröhres 1 angeordnet ist. Dabei weisen die Flammenkühlstäbe 40 im Bereich der vertikalen Achse des Brennröhres 1 einen gegenseitigen Abstand  $g''$  von 3 mm bis 15 mm auf.

Die Fig. 10 zeigt einen Querschnitt durch einen erfindungsgemässen Brenner, bei dem mehrere Brennröhre 1 nebeneinander und parallel zueinander angeordnet sind. Diese Brennröhre 1 führen ein brennbares Brenngas-Luft-Gemisch und sind mit Ausströmöffnungen 2 für den Durchtritt dieses Gemisches versehen, über denen die Flammen 3 brennen. Dabei sind die Ausströmöffnungen im wesentlichen entlang der obersten peripheren Mantellinie eines jeden Brennröhres 1 angeordnet.

30 Oberhalb der Brennröhre 1 und seitlich der vertikalen Achse des Querschnittes eines jeden Brennröhres 1 sind aus einem Blechstreifen hergestellte Flammenkühlstäbe 4 mit rechteckigem Querschnitt angeordnet. Diese schliessen mit der vertikalen Achse einen sehr spitzen Winkel ein.

Die an verschiedenen Seiten der Flammenreihen einander benachbarter Brennröhre 1 angeordneten Flammenkühlstäbe 4 sind durch Brückenteile 5 miteinander verbunden, die der Sekundärluft den Weg nach oben zwischen den durch die Brückenteile 5 jeweils miteinander verbundenen Flammenkühlstäben 4 versperren, so dass die Sekundärluft lediglich zwischen den seitlich einer jeden Flammenreihe angeordneten Flammenkühlstäbe 4 und den Flammen 3 nach oben strömen kann.

40 Dabei kühlt die aufsteigende Sekundärluft die Flammen 3, wodurch die Bildung von  $\text{NO}_x$  weitestgehend vermieden wird. Weiter kommt es zu einem Eindiffundieren der Sekundärluft in die Flammen 3, wodurch es in diesen trotz der Abkühlung zu einer vollständigen Verbrennung des Brenngases kommt und ein Ausstoss von CO weitestgehend vermieden wird.

Bei der in den Fig. 10 und 11 dargestellten Ausführungsform sind die Brückenteile 5 durch ebene Blechstreifen gebildet, die durchgehend mit den Flammenkühlstäben 4 verbunden und parallel zur Ebene der Brennröhre 1 angeordnet sind.

45 Bei der Ausführungsform nach der Fig. 12 sind wie bei der Ausführungsform nach den Fig. 10 und 11 die beiden Flammenkühlstäbe 4 rechteckigen Querschnitts miteinander verbunden, doch sind die einer Reihe von Ausströmöffnungen 2 beziehungsweise Flammen 3 zugeordneten Flammenkühlstäbe 4 über im wesentlichen vertikal stehende Stege 44 miteinander verbunden. Dabei verlaufen die Stege 44 zwischen den einzelnen Ausströmöffnungen 2, wobei zwischen dem Brennrrohr 1 und den Stegen 44 Spalte verbleiben.

50 Wie aus den Fig. 13, 14 und 15 zu ersehen ist, können in den Flammenkühlstäben 4 Durchbrechungen 41, die sich in Längsrichtung der Flammenkühlstäbe 4 erstrecken oder sich im wesentlichen senkrecht zu deren Längserstreckung erstreckende Durchbrechungen 42, die im wesentlichen im Bereich der Ausströmöffnungen 2 angeordnet sind, vorgesehen sein. Weiter können auch im wesentlichen kreisrunde Durchbrechungen 43 in den Flammenkühlstäben 4 angeordnet sein, wie dies in der Fig. 15 dargestellt ist.

Die Fig. 16 zeigt eine weitere Möglichkeit der Anordnung eines Flammenkühlstabes 4. Bei dieser Ausführungsform ist der Flammenkühlstab 4 radial zu den Ausströmöffnungen 2 ausgerichtet, so dass die Flammen 3 diesen Flammenkühlstab 4 umströmen.

60 Die Ausführungsform nach der Fig. 17 unterscheidet sich von jener nach der Fig. 16 nur dadurch, dass der Flammenkühlstab 4 im wesentlichen tangential zum Brennrrohr 1 angeordnet ist. Dabei werden die Flammen 3 aufgespreizt und umströmen die seitlichen Ränder dieses Flammenkühlstabes 4. Die Fig. 18 bis 26 zeigen verschiedene Ausführungsformen erfindungsgemässer Brenner. Dabei sind an jeder Seite der Reihe von Ausströmöffnungen 2 des Brennröhres 1 mehrere Flammenkühlstäbe 4

(Fig. 21 und 22) an jeder Seite der Reihe von Ausströmöffnungen 2 angeordnet, wobei zwischen den Flammenkühlstäben 4 Spalte verbleiben, durch die Sekundärluft zu den Flammen 3 in bestimmten Zonen derselben zuströmen kann.

Mit Ausnahme der Ausführungsformen nach den Fig. 24 und 25 sind die Flammenkühlstäbe 4, 40 im wesentlichen übereinander angeordnet, wogegen bei den Ausführungsformen nach den Fig. 24 und 25 die Flammenkühlstäbe 4 und 40 im wesentlichen nebeneinander angeordnet sind.

### Patentansprüche

- 10 1. Brenner mit mindestens einem Brennröhr (1), das mit einem brennbaren Gemisch beaufschlagbar und mit radialen im wesentlichen entlang einer zur Längsachse des Brennröhres (1) parallelen Reihe (A, B, C) angeordneten Ausströmöffnungen (2, 10, 20) für die Ausbildung von Flammen (3) versehen ist, wobei oberhalb des im wesentlichen horizontal angeordneten Brennröhres (1) in einem Abstand von diesem Flammenkühlstäbe (4, 40) angeordnet sind, die sich im wesentlichen parallel zum Brennröhr (1) erstrecken, dadurch gekennzeichnet, dass die Flammenkühlstäbe (4, 40) mit einem rechteckigen Querschnitt oder mit rundem Querschnitt ausgebildet sind und zu beiden Seiten der Reihen (A, B, C) der Ausströmöffnungen (2, 10), die für die Ausbildung von Hauptflammen vorgesehen sind, angeordnet sind, um den von den Flammen (3) erfüllten Bereich seitlich zu begrenzen.
- 15 2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis des senkrechten Abstandes ( $h$ ) der Unterkanten der Flammenkühlstäbe (4) mit rechteckigem Querschnitt von der die oberste periphere Mantellinie des Brennröhres (1) schneidenden Tangente zur Breite ( $b$ ) der Flammen (3) in deren Ansatzbereich am Brennröhr (1) im Bereich von 0,5 bis 13,4 liegt (Fig. 1).
- 20 3. Brenner nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der senkrechten Länge ( $l_2$ ) der Flammenkühlstäbe (4) mit rechteckigem Querschnitt zum senkrechten Abstand ( $h$ ) ihrer Unterkanten von der die oberste periphere Mantellinie des Brennröhres (1) schneidenden Tangente im Bereich von 0,25 bis 16 liegt (Fig. 1).
- 25 4. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Flammenkühlstäbe (4) mit rechteckigem Querschnitt in einem Winkel ( $\alpha$ ) zur Vertikalen angeordnet sind, wobei das Verhältnis zwischen dem lichten Abstand ( $x$ ) der Flammenkühlstäbe (4) eines Brennröhres (1) in deren oberstem Bereich zum lichten Abstand ( $y$ ) in deren unterstem Bereich zwischen 1,036 und 10,238 liegt (Fig. 1).
- 30 5. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der lichte Abstand ( $y$ ) der Flammenkühlstäbe (4) mit rechteckigem Querschnitt eines Brennröhres (1) in deren unterstem Bereich der Breite ( $b$ ) der Flammen (3) in deren Ansatzbereich plus einem Übermass in der Grösse von 4 bis 20 mm entspricht (Fig. 1).
- 35 6. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zu verschiedenen Seiten zweier benachbarter Brennröhre (1) angeordneten Flammenkühlstäbe (4, 40) mit rechteckigem oder rundem Querschnitt mittels eines plattenförmigen Brückenteiles (5) miteinander verbunden sind (Fig. 10).
- 40 7. Brenner nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Brückenteile (5) aus Blech- oder Keramikstreifen hergestellt sind, die vorzugsweise eben ausgebildet und parallel zur Ebene der Brennröhre (1) angeordnet sind (Fig. 11).
- 45 8. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlstäbe (4) mit rechteckigem Querschnitt mit Durchbrechungen (41, 42, 43) versehen sind (Fig. 13 bis 15).
- 50 9. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlstäbe (4) mit rechteckigem Querschnitt über zwischen den Ausströmöffnungen (2) angeordneten plattenförmigen Stegen (44) miteinander verbunden sind, wobei zwischen den dem jeweiligen Brennröhr (1) zugekehrten Unterkanten der Stege (44) und dem Brennröhr (1) ein Spalt verbleibt (Fig. 12).
- 55 10. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zu beiden Seiten der Ausströmöffnungen (2) mehrere der genannten Flammenkühlstäbe (4, 40) vorgesehen sind, die gegebenenfalls verschiedene Querschnitte aufweisen und über- oder nebeneinander angeordnet sind (Fig. 18 bis 20, 23 bis 26).
- 60 11. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Flammenkühlstab (4) mit rechteckigem Querschnitt in radialer Richtung von der Ausströmöffnung (2) beabstandet ist, wobei die längste Achse des Querschnittes des Flammenkühlstabes (4) radial zu der Ausströmöffnung (2) ausgerichtet ist (Fig. 16).
- 65 12. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Flammenkühlstab (4) mit rechteckigem Querschnitt oberhalb der Ausströmöffnung (2) angeordnet ist, wobei die längste Achse des Querschnittes des Flammenkühlstabes (4) im wesentlichen parallel zu einer im Bereich der Ausströmöffnung (2) an den Querschnitt des Brennröhres (1) angelegten Tangente verläuft (Fig. 17).
13. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die runden Flammenkühlstäbe (40), die vorzugsweise aus Keramik hergestellt sind, in einem Abstand zwischen 4 und 12 mm von der Oberfläche des Brennröhres (1) angeordnet sind und die Mittelpunkte der runden Flammenkühlstäbe (40) im Bereich von Radialstrahlen des Querschnittes des Brennröhres (1) liegen, die die Begrenzungen ausgewählter Hauptflammen-Ausströmöffnungen (10) des Brennröhres (1) berühren (Fig. 3).

14. Brenner nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der grösstmögliche Winkel  $\alpha_1$ , den die Radialstrahlen des Querschnittes des Brennröhres (1) einschliessen, im wesentlichen der folgenden Beziehung entspricht:

$$\alpha_1 = \frac{4b}{d} \cdot \frac{90}{\pi}$$

wobei b die Bogenlänge zwischen den Radialstrahlen, die sich gegebenenfalls über mehrere nebeneinanderliegende Reihen (A, B, C) von Hauptflammen-Ausströmöffnungen (10) erstreckt, und d den Durchmesser des Brennröhres (1) bedeuten (Fig. 3, 4).

15. Brenner nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der runden Flammenkühlstäbe (40) um 1 grösser als die Anzahl der Reihen (A, B, C) der zur Ausbildung von Hauptflammen dienenden Ausströmöffnungen (10) ist und der Winkel  $\alpha_2$ , den die durch die Mittelpunkte der Querschnitte benachbarter runder Flammenkühlstäbe (40) gehenden Radialstrahlen des Querschnittes des Brennröhres (1) einschliessen im wesentlichen der folgenden Beziehung entspricht:

$$\alpha_2 = \frac{4k}{d} \cdot \frac{90}{\pi}$$

wobei k die Bogenlänge zwischen zwei benachbarten Radialstrahlen und d den Durchmesser des Brennröhres (1) bedeuten (Fig. 4, 5).

16. Brenner nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser (F) der runden Flammenkühlstäbe (40) 4 mm bis 11 mm beträgt.

17. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass pro Brennröhr (1) mehrere runde Flammenkühlstäbe (40) vorgesehen sind, die in einem Kreisbogenabschnitt angeordnet sind, dessen Mittelpunkt unterhalb des Mittelpunktes des Querschnittes des Brennröhres (1) liegt, wobei die Exzentrizität (G) 3 bis 8 mm beträgt (Fig. 6).

18. Brenner nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis des Durchmessers (E) des Brennröhres (1) zum Durchmesser (H) des die Mittelpunkte der runden Flammenkühlstäbe (40) aufweisenden Kreisbogenabschnittes zwischen 0,3 und 1,304 liegt, dass das Verhältnis der Exzentrizität (G) zum Durchmesser (F) der runden Flammenkühlstäbe (40) zwischen 0,3 und 2 liegt und dass das Verhältnis des Mittenabstandes (D) zweier benachbarter Brennröhre (1) zum Durchmesser (E) der Brennröhre (1) zwischen 0,667 und 3,33 liegt, wobei das Produkt dieser drei Verhältniszahlen zwischen 0,05 und 9 liegt (Fig. 6).

19. Brenner nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser (H) des Kreisbogenabschnittes der Mittelpunkte der runden Flammenkühlstäbe (40) der Beziehung

$$H = E + 2 \cdot (5 \text{ bis } 12 + G)$$

entspricht (Fig. 6).

20. Brenner nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Mittenabstand (D) benachbarter Brennröhre (1) 40 mm bis 100 mm, der Durchmesser (E) der Brennröhre (1) 30 mm bis 60 mm, der Durchmesser (H) des Kreisbogenabschnittes der Mittelpunkte der runden Flammenkühlstäbe (40) 46 mm bis 1000 mm, und der Durchmesser (F) der runden Flammenkühlstäbe (40) 4 mm bis 10 mm beträgt (Fig. 6).

21. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die runden Flammenkühlstäbe (40) in zwei zum Brennröhr (1) konzentrischen Kreisbögenabschnitten angeordnet sind (Fig. 7 bis 9).

22. Brenner nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (e) der dem Brennröhr (1) nächstliegenden runden Flammenkühlstäbe (40) von der Brennröhroberfläche 4 mm bis 12 mm beträgt (Fig. 7 bis 9).

23. Brenner nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass die auf den verschiedenen Kreisbogenabschnitten liegenden runden Flammenkühlstäbe (40) in Umfangsrichtung des Brennröhres (1) gegeneinander versetzt angeordnet sind, und der Abstand (f) der vom Brennröhr (1) weiter beabstandeten runden Flammenkühlstäbe (40) von der Brennröhroberfläche 15 mm bis 20 mm beträgt, wobei die Versetzung der runden Flammenkühlstäbe (40) vorzugsweise dem halben Winkel des Winkelabstandes benachbarter, dem Brennröhr (1) näherer runder Flammenkühlstäbe (40) entspricht (Fig. 7).

24. Brenner nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die Mittelpunkte der inneren, dem Brennröhr (1) näheren runden Flammenkühlstäbe (40) gehenden Radialstrahlen des Querschnittes des Brennröhres (1) mit der vertikalen Mittelachse dessen Querschnittes einen Winkel  $\alpha$  von 5 bis 40° und jene der auf dem äusseren Kreisbogenabschnitt liegenden runden Flammenkühlstäbe (40) einen Winkel  $\beta$  von 0 bis 20° einschliessen (Fig. 7, 9).

25. Brenner nach den Ansprüchen 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass einer der auf dem inneren Kreisbogenabschnitt und einer der auf dem äusseren Kreisbogenabschnitt liegenden runden Flammenkühlstäbe (40) auf der vertikalen Mittelachse des Querschnittes des Brennröhres (1) liegt, wobei deren minimaler gegenseitiger Abstand 3 mm bis 15 mm beträgt (Fig. 9).

5 26. Brenner nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass die auf verschiedenen Kreisbogenabschnitten liegenden Flammenkühlstäbe (40) auf gemeinsamen Radialstrahlen des Querschnittes des Brennröhres (1) angeordnet sind und deren minimaler gegenseitiger Abstand 3 mm bis 15 mm beträgt (Fig. 8).

10 27. Brenner nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die Mittelpunkte der inneren und äusseren Flammenkühlstäbe (40) gehenden Radialstrahlen des Querschnittes des Brennröhres (1) mit der vertikalen Querschnittsmittelachse desselben einen Winkel  $\alpha$  von 5 bis 40° aufweisen (Fig. 8).

15

20

25

30

35

40

45

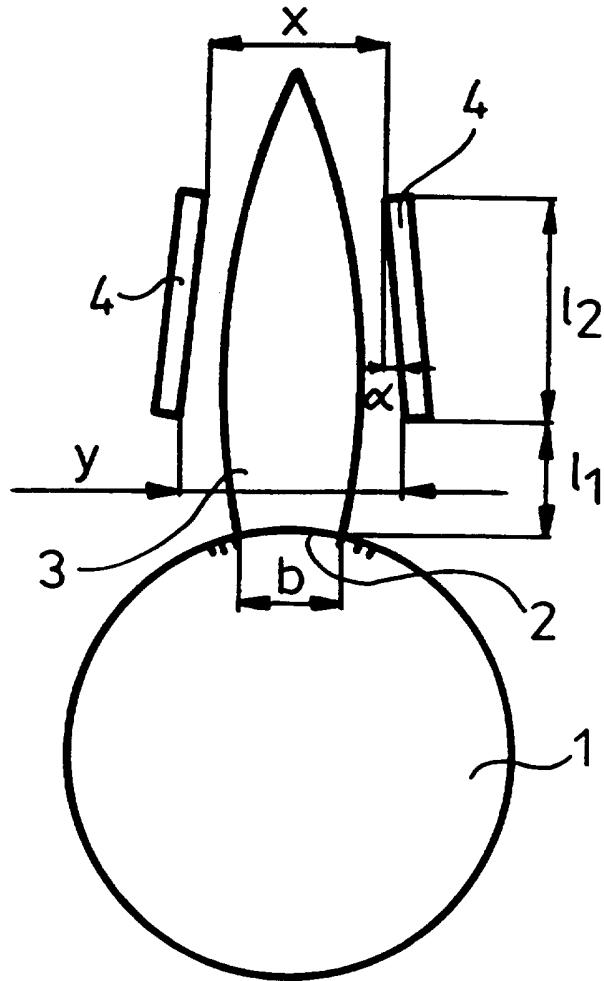
50

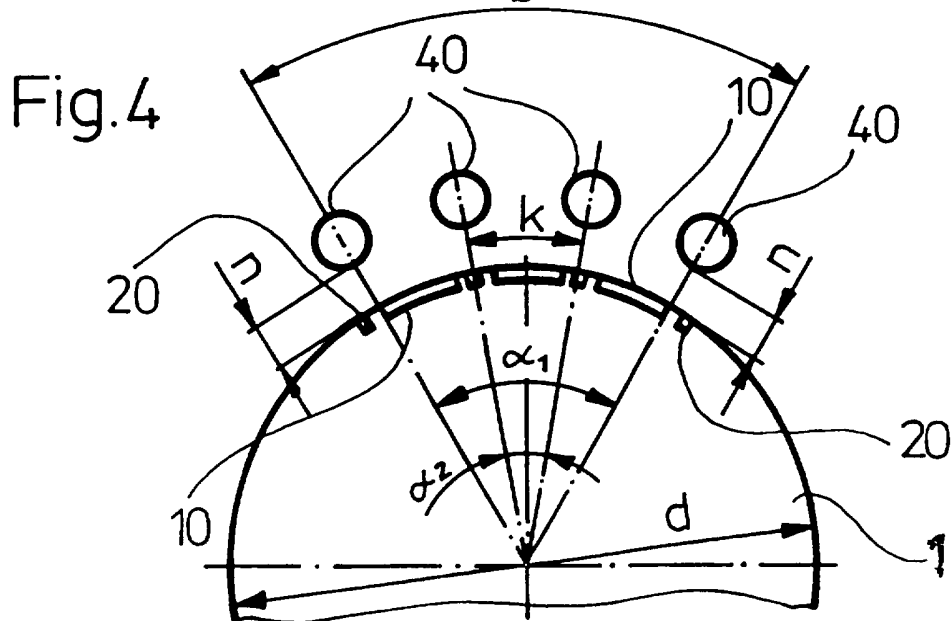
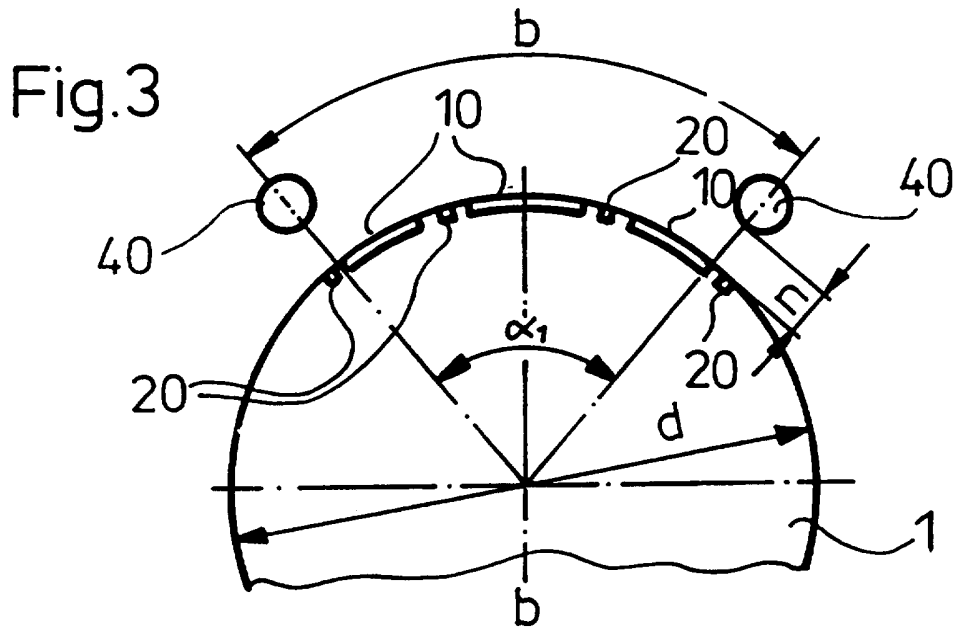
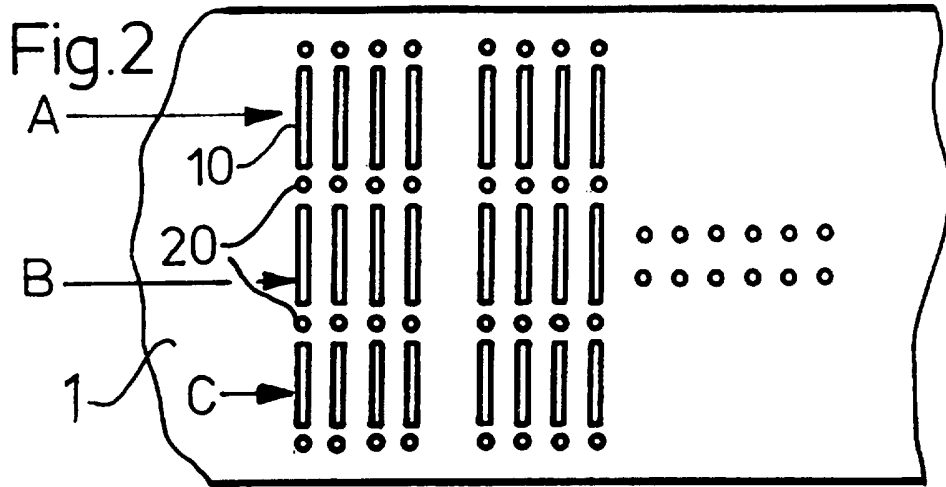
55

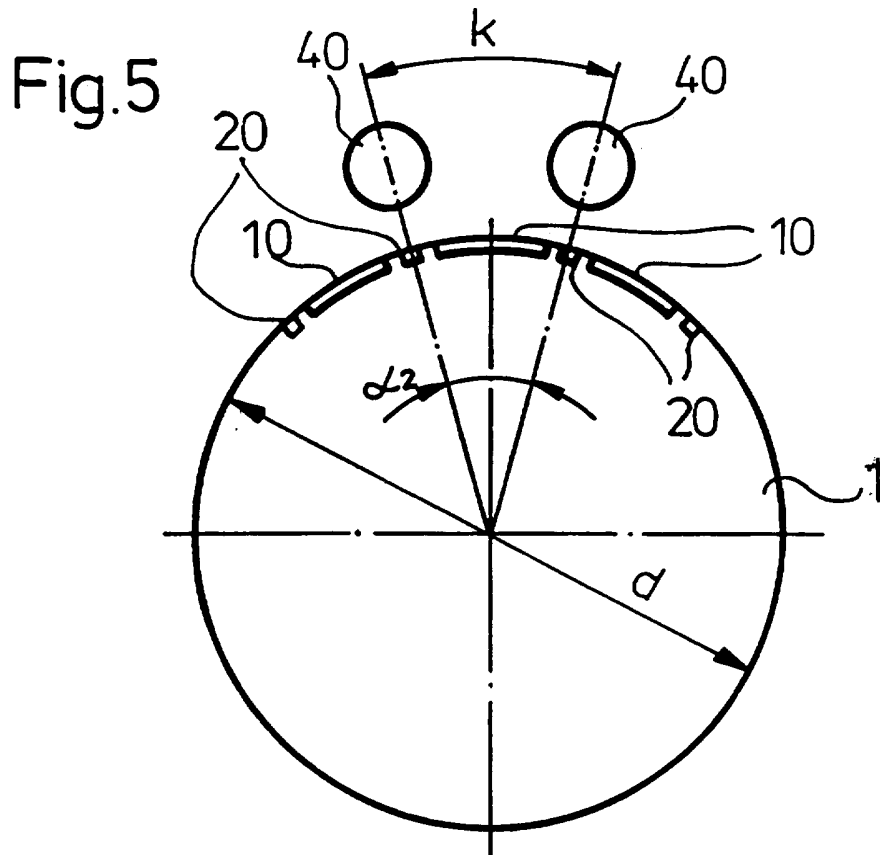
60

65

Fig.1







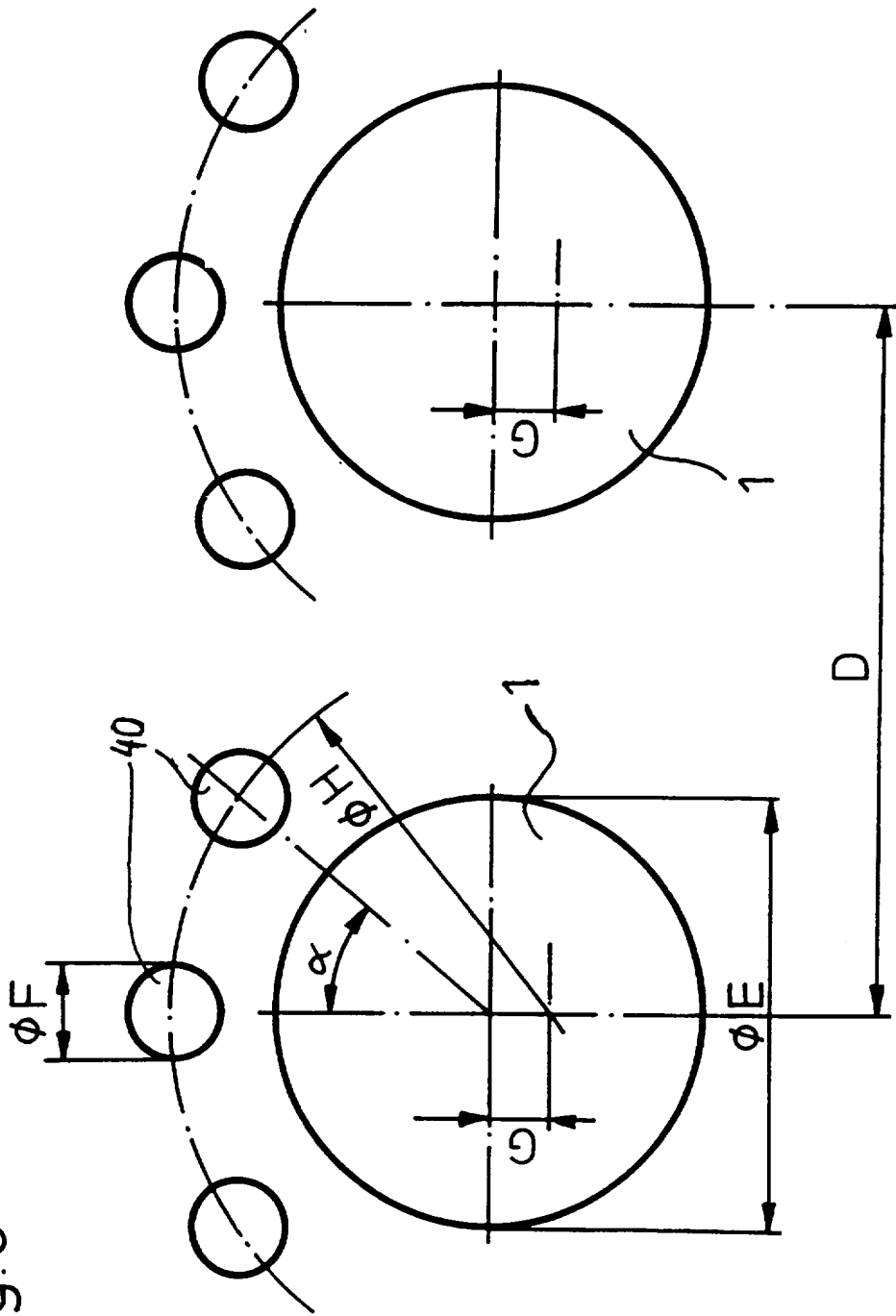


Fig.6

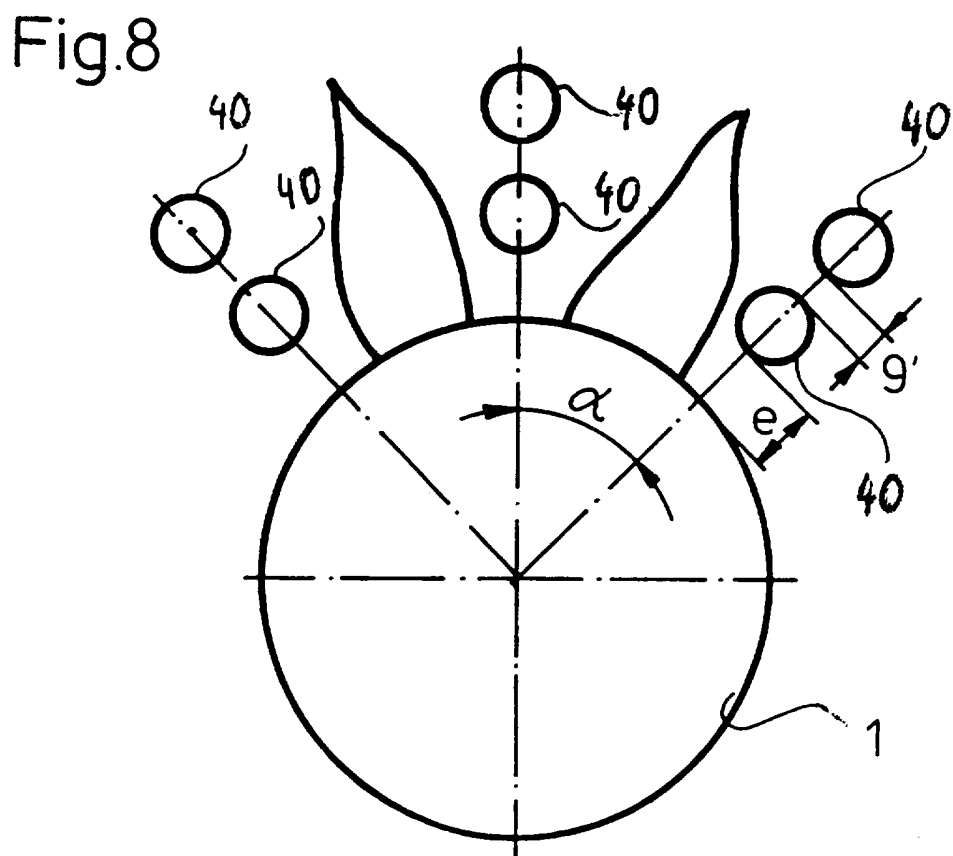
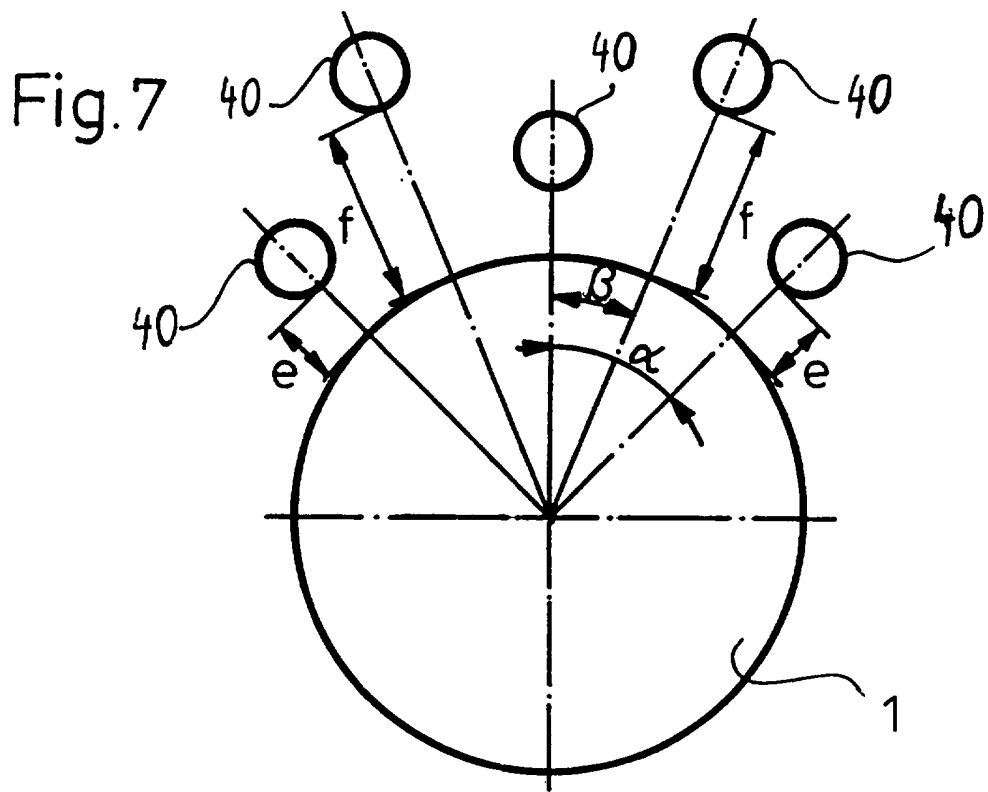
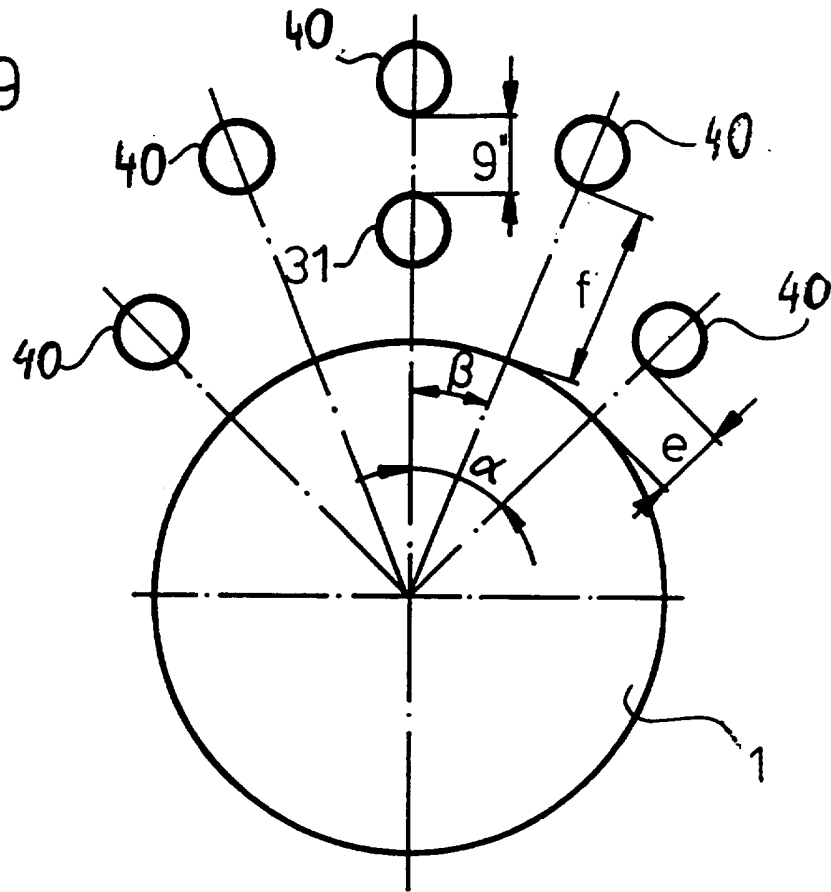


Fig.9



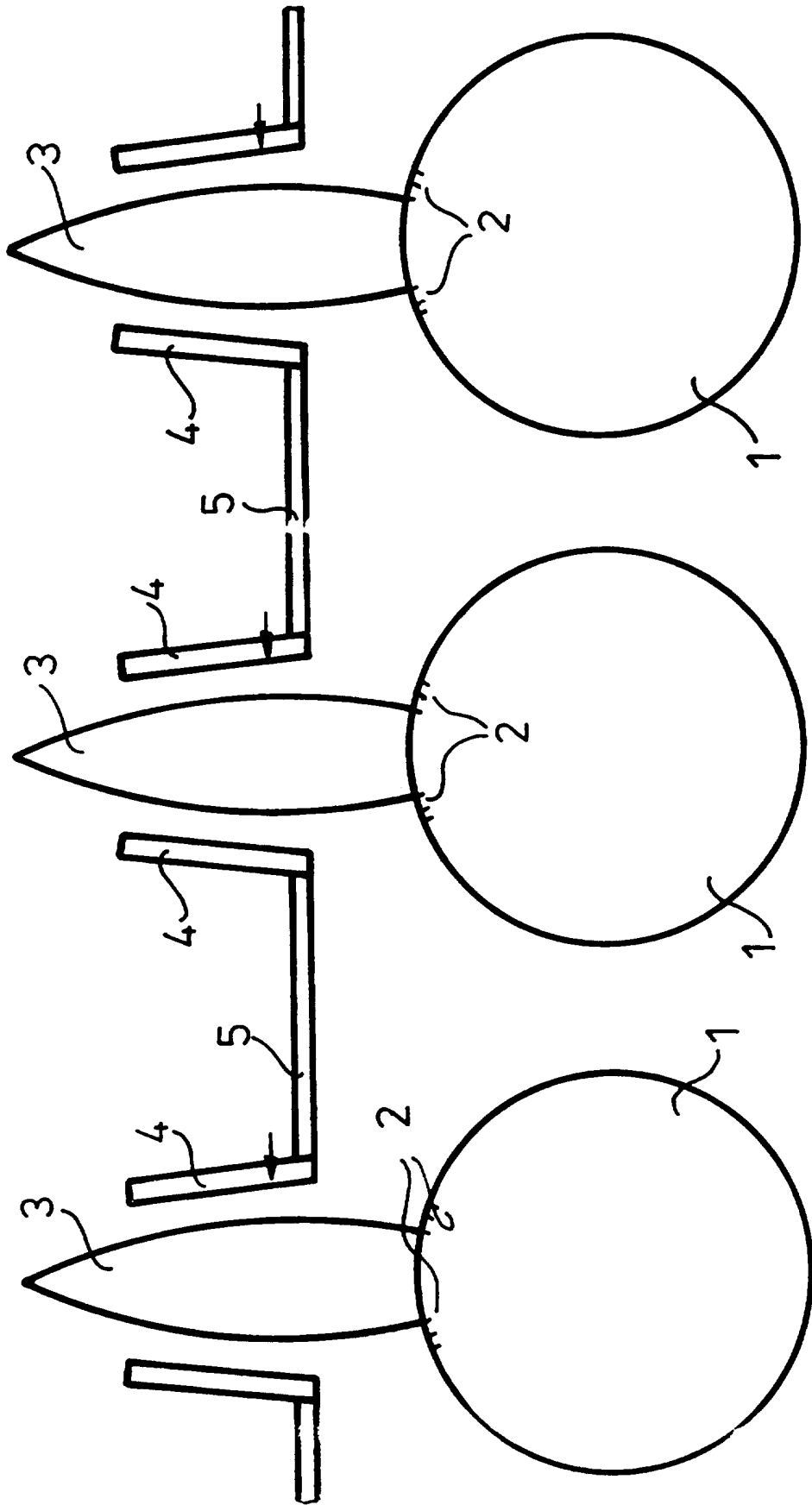


Fig.10

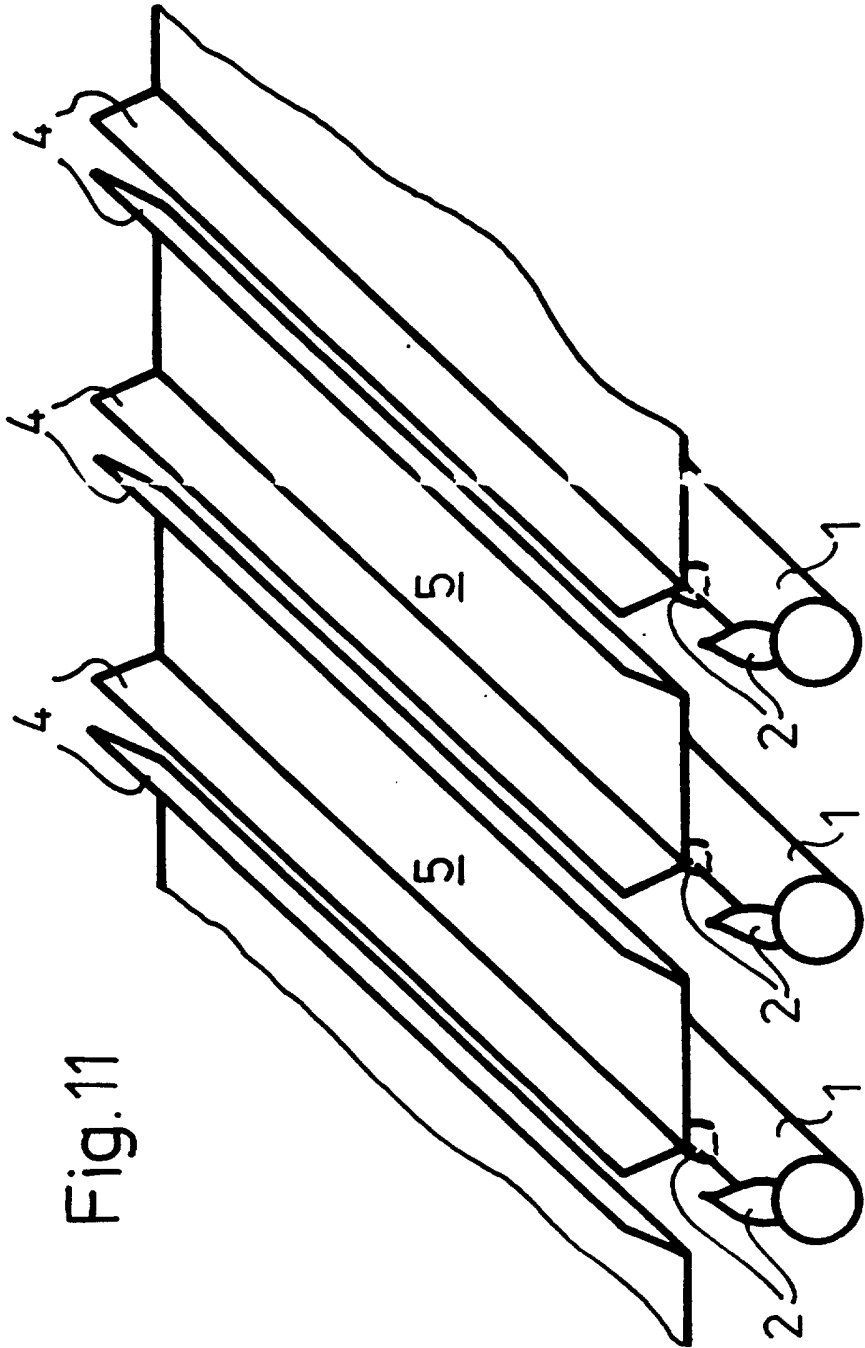


Fig.11

Fig.12

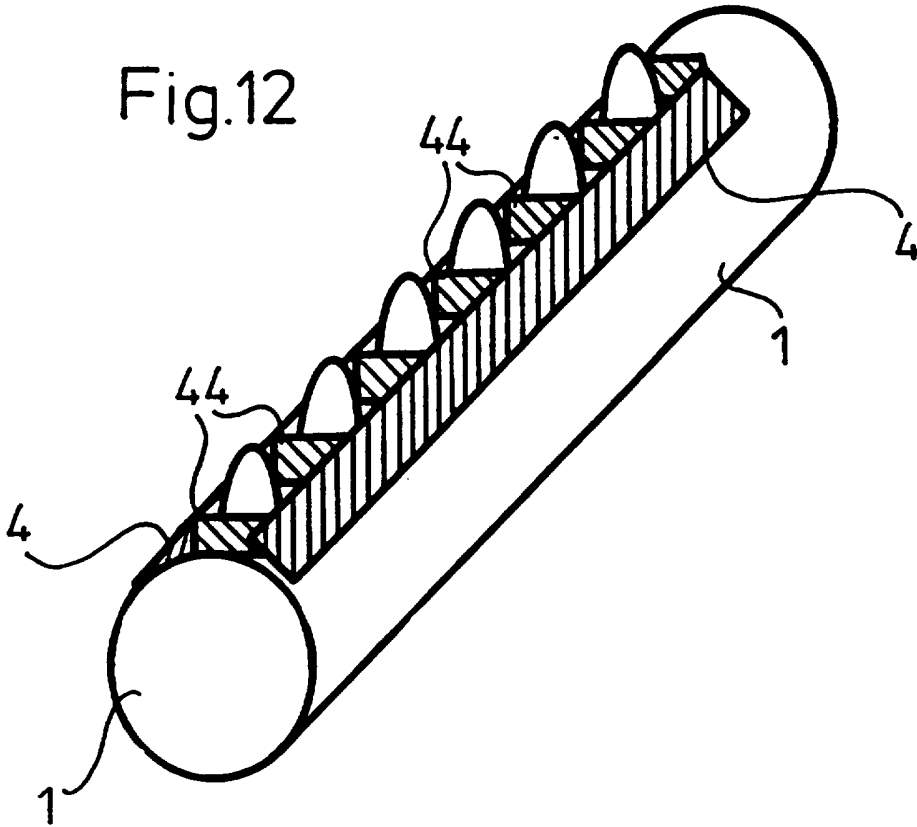


Fig.13

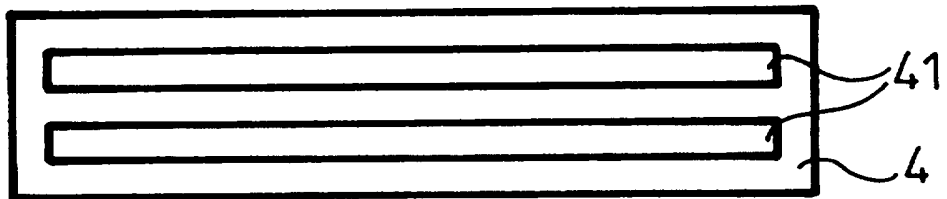


Fig.14



Fig.15

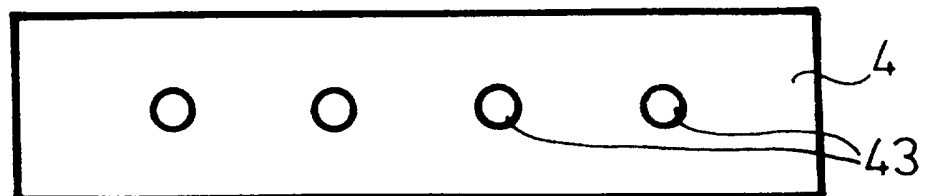


Fig.16

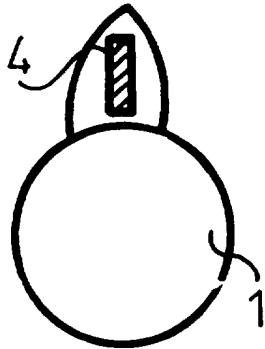


Fig.17

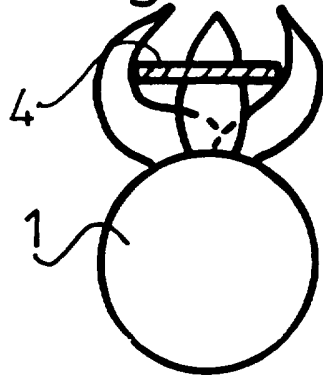


Fig.18

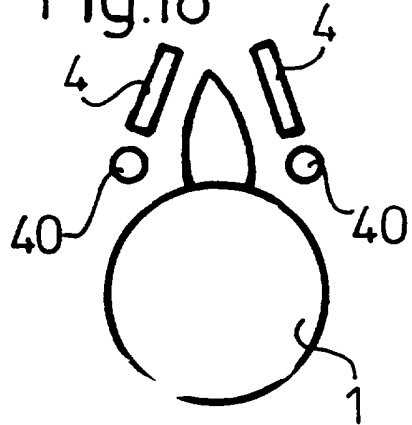


Fig.19

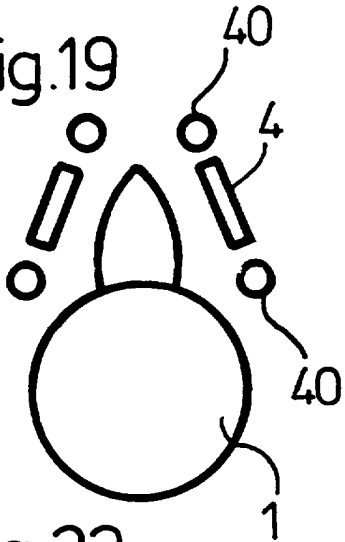


Fig.20

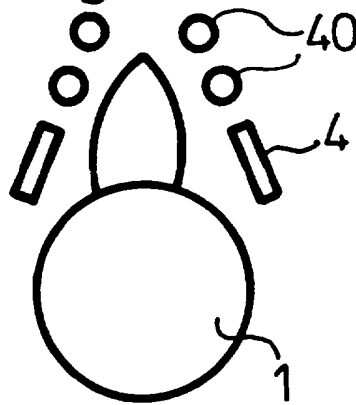


Fig.21

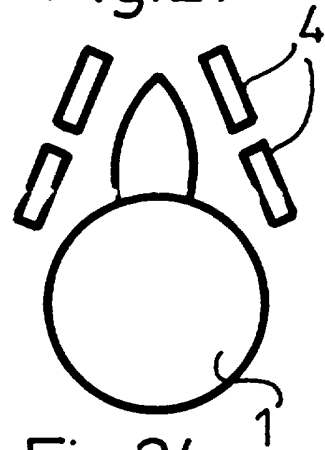


Fig.22

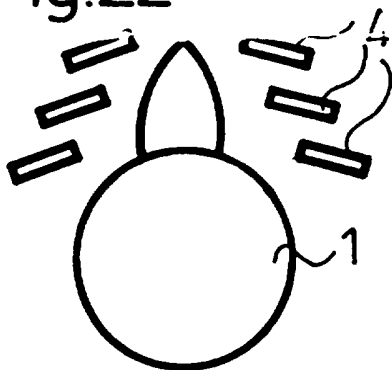


Fig.23

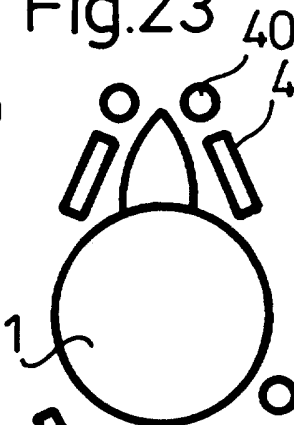


Fig.24

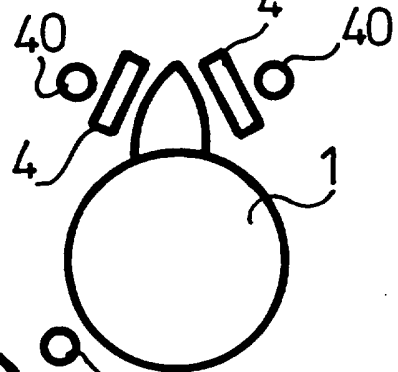


Fig.25

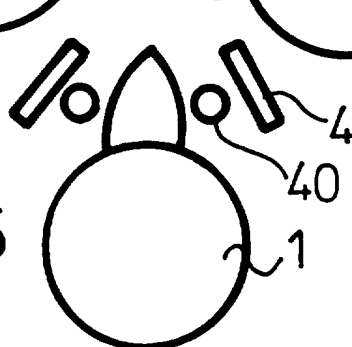


Fig.26

