



⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑳ Anmeldenummer : **91116528.0**

⑤① Int. Cl.⁵ : **F23C 9/00**

㉔ Anmeldetag : **27.09.91**

③① Priorität : **02.10.90 US 591113**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
06.05.92 Patentblatt 92/19

⑥④ Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL

⑦① Anmelder : **VEREINIGTE ALUMINIUM-WERKE
AKTIENGESELLSCHAFT
Georg-von-Boeselager-Strasse 25
W-5300 Bonn 1 (DE)**

⑦② Erfinder : **Schindler, Stefan Dr.
Virnebergstr. 32
W-5342 Rheinbreitbach (DE)
Erfinder : Schultze, Werner Dr.
Brüsseler Str. 60a
W-5300 Bonn 1 (DE)**

⑦④ Vertreter : **Müller-Wolff, Thomas, Dipl.-Ing. et
al
c/o Vereinigte Aluminium-Werke AG
Patentabteilung Postfach 2468
W-5300 Bonn 1 (DE)**

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zur schadstoffarmen Verbrennung von gasförmigen und flüssigen Brennstoffen.**

⑤⑦ Verfahren und Vorrichtung zur schadstoffarmen Verbrennung von gasförmigen und flüssigen Brennstoffen bei einem minimalen Ausstoß von partikelförmigen Verbrennungsstoffen. Die Vorrichtung umfaßt eine Reihe von Rohren mit abnehmendem Durchmesser und umlaufenden Entlüftungsvorrichtungen zur Bündelung der Flamme unter Zuführung der Rezirkulationsluft mit den Verbrennungsprodukten. Die Rohre sind teleskopartig um den Flammenaustritt oder die Brennerdüse herum angeordnet, wobei die Rohrdurchmesser in Richtung Flammenaustritt abnehmen. Umlaufende Entlüftungsvorrichtungen in den Rohren können zur Vermittlung eines Dralls sowie Beschleunigung der Rezirkulationsluft verschiedenartig angeordnet werden. Die Flamme wird dabei scharf gebündelt und die Luft im Brennerraum schnell rückgeführt. Durch die Erfindung wird die Brennerleistung erhöht, die Verbrennungstemperatur reduziert und die NO_x-Emissionen bis zu 50 % und die Kohlenstoffe bis zu 100 % reduziert.

Die Erfindung besteht aus einem Verfahren und einer Vorrichtung zur verbesserten Verbrennung von gasförmigen und flüssigen Brennstoffen bei einem minimalen Ausstoß von partikelförmigen Verbrennungsstoffen. Die Erfindung wird vorteilhafterweise bei Haus- und Industrieheizsystemen angewandt.

Gas- und Ölheizungen sowie Öfen sind mit einer Brennstoffdüse ausgestattet, aus der Brennstoff ausgestoßen und in einem Verbrennungsraum verbrannt wird. Für die Verbrennung wird Luft in den Verbrennungsraum eingelassen und die Verbrennungsprodukte werden durch ein Flammrohr beseitigt.

Es ist ein Nachteil dieser Verbrennungsprozesse, daß nicht der ganze Brennstoff verbraucht wird, wodurch die Leistungsfähigkeit des Prozesses herabgesetzt wird. Während der Verbrennung entstehen unverbrannte Kohlenstoffe und NO_x -Schadstoffe im Flammrohr.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Verbesserung der Brennleistung in Brennern für gasförmige und flüssige Brennstoffe zur Verfügung zu stellen.

Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Verringerung der NO_x - und C_xH_y -Emissionen in Brennern für gasförmige und flüssige Brennstoffe anzubieten.

Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzubieten, wobei die Vorrichtung auch bei bestehenden Brennern nachträglich eingebaut werden kann.

Diese Aufgaben und andere werden mit Hilfe der Erfindung gelöst, wobei die Erfindung eine einfache Vorrichtung zur Rückführung von Rauchgasen in den Verbrennungsraum bietet und sich den reduzierten Druck in der Nähe der Flamme zunutze macht. Auf diese Weise werden Verbrennungsprodukte mit der Rezirkulationsluft wieder zur Flamme geführt und erneut verbrannt.

Die vereinfachte Vorrichtung der Erfindung umfaßt eine Reihe von Rohren mit abnehmendem Durchmesser und umlaufenden Entlüftungsvorrichtungen zur Bündelung der Flamme unter Zuführung der Rezirkulationsluft mit den Verbrennungsprodukten. Die Rohre sind teleskopartig um den Flammenaustritt oder die Brennerdüse herum angeordnet, wobei die Rohrdurchmesser in Richtung Flammenaustritt abnehmen.

Umlaufende Entlüftungsvorrichtungen in den Rohren können zur Vermittlung eines Dralls sowie Beschleunigung der Rezirkulationsluft verschiedenartig angeordnet werden. Die Flamme wird dabei scharf gebündelt und die Luft im Brennerraum schnell rückgeführt.

Durch die Erfindung wird die Brennerleistung erhöht, die Verbrennungstemperatur reduziert und die NO_x -Emissionen bis zu 50 % und die Kohlenstoffe bis zu 100 % reduziert.

Diese und andere Aufgaben der Erfindung werden in der folgenden detaillierten Beschreibung der Erfindung zusammen mit den Figuren erkennbar.

Fig. 1: Querschnitt einer Ausführung der Erfindung, der teleskopartige Rohre mit umlaufenden Entlüftungsvorrichtungen in Form von Bohrlöchern zeigt.

Fig. 2: Ähnliche Ansicht wie Fig. 1 einer anderen Ausführung der Erfindung, wobei die Rohre mit umlaufenden Entlüftungsvorrichtungen zusammengesteckt sind und mit einem diametrischen Zwischenraum ausgestattet sind.

Fig. 3: Querschnitt entlang der Linie 3-3 der Fig. 2.

Fig. 4: Querschnitt einer Ausführung der inneren Rohroberfläche.

Fig. 5: Querschnitt einer anderen Ausführung der inneren Rohroberfläche.

Fig. 6: Andere Ausführung einer umlaufenden Entlüftungsvorrichtung.

Fig. 7, 8, 9: Ansichten ähnlich wie Fig. 5 anderer Ausführungen von umlaufenden Entlüftungsvorrichtungen.

Fig. 10: Perspektivische Ansicht der Erfindung einer Ausführung für eine relative Anordnung von umlaufenden Entlüftungsvorrichtungen.

Die Rohrkonstruktion der Fig. 1 soll für einen Brenner einer herkömmlichen Heizung oder eines herkömmlichen Ofens verwendet werden, wobei in diesem Fall die Rohrkonstruktion in einem geschlossenen Raum angebracht wird. Die Vorrichtungen dienen zur Rückführung einiger oder aller Verbrennungsprodukte und Abgase aus dem Flammrohr (nicht abgebildet) der Heizung oder des Ofens. Die einströmende Luft wird in herkömmlicher Weise zur Brennerdüse 10 geführt, so daß die Brennstoffverbrennung innerhalb des Verbrennungsraumes stattfindet. Der Brennstofffluß (Gas oder Öl) kann mit einem Standardregelungsgerät, wie bei 12 schematisch gezeigt, geregelt werden. Das Verbrennungsprodukt des Brennstoffs und die einströmende Luft enthalten Schadstoffe und unverbrannten Brennstoff und werden erfindungsgemäß in verschiedenen Mengen zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Verbrennungsprozesses und Reduzierung der Schadstoffe rückgeführt.

Bezugnehmend auf Fig. 1 besteht die erfindungsgemäße Vorrichtung aus mehreren zylindrischen Rohren 14, 16 und 18, vorzugsweise mit kreisförmigem Querschnitt, obwohl auch Rohre mit polygonalem Querschnitt verwendet werden können. Die Rohre sind jeweils mit einer Reihe von umlaufenden Entlüftungsöffnungen 20, 22 bzw. 24 ausgestattet, in dieser Ausführung als ringförmige Anordnung von Bohrlöchern, wobei sich ihre Achsen vorzugsweise nach oben hin neigen, wie im Querschnitt gezeigt.

In der Ausführung der Fig. 1 sind die Rohre so angeordnet, daß der Innendurchmesser des einen Rohrs,

z. B. des Rohrs 14, dem Außendurchmesser des anderen, z. B. des Rohrs 16, entspricht, so daß die Rohre bündig in einer teleskopartigen Form ineinandergesteckt werden können. Das Rohr 14 mit dem größten Durchmesser wird so über die Brennerdüse 10 gesteckt, daß sich die umlaufenden Entlüftungslöcher 20 hinter dem
 5 Flammenkegel 26, so nah wie möglich an der Flamme, befinden. Die übrigen Rohre 16 und 18 sind in die Richtung, in der die Flamme 26 aus der Brennerdüse 10 austritt, nach abnehmendem Durchmesser angeordnet, so daß der Flammenkegel immer weiter eingengt und zu einer gebündelten Flammenspitze eingeschnürt wird (mit oder ohne Drall, wie unten beschrieben). Die Pfeile in Fig. 1 zeigen den Luftstrom durch die Entlüftungs-

vorrichtungen und die Rohre.
 Die Rohre bestehen vorzugsweise aus einem keramischen Werkstoff, wie z. B. Al_2O_3 , $\text{Al}_2\text{O}_3 \times \text{SiO}_2$ (Mullit),
 10 $\text{Al}_2\text{O}_3 \times \text{MgO}$ (Spinell), reinem ZrO_2 oder MgO oder CaO oder teilweise oder vollständig stabilisiertem Y_2O_3 .

Wie Fig. 1 zeigt, ist jedes Rohr 14, 16 und 18 mit einer Vielzahl von umlaufenden Entlüftungslöchern 20, 22 bzw. 24 zur Ansaugung von Rezirkulationsluft aus dem Flammrohr der Heizung oder des Ofens (nicht abgebildet) versehen. In dieser Ausführung können die Entlüftungslöcher in der Größe durch Anordnen der Rohre gegeneinander angepaßt werden, z. B. durch Verschieben der Rohre in einer teleskopartigen Art und Weise
 15 oder Drehen der Rohre zur Anpassung der Rezirkulationsluft bis zur doppelten Menge der einströmenden Luft.

Der Strom der heißen Verbrennungsgase innerhalb der Rohre 14, 16 und 18 führt zu einem reduzierten Druck innerhalb des Rohrs, wodurch die Rezirkulationsluft innerhalb des Brenners (außerhalb der Rohranordnung) durch die Entlüftungsöffnungen 20, 22 und 24 angesaugt wird.

Das obere Rohr 18 ist wahlweise mit einer Ausbrennstrecke 30 zur Anpassung der Größe der Öffnungen
 20 24 im Rohr 18 versehen.

Die Zahl und Größe der umlaufenden Öffnungen (Entlüftungslöcher 20, 22, 24) sind variabel, aber die gesamte Querschnittsfläche der Löcher eines Rohrs sollte 15 % - 35 % der Querschnittsfläche des Rohrs, in dem sie angebracht sind, betragen.

Die Rohre 14, 16 und 18 sind gegeneinander bewegbar, um eine teleskopartige Anordnung zu erzielen.
 25 Jede geeignete mechanische oder elektrische Vorrichtung kann zur Bewegung der Rohre 14, 16 und 18 verwendet werden und geeignete Mittel können eingesetzt werden, um die teleskopartigen Rohre in einer gewünschten Stellung zu halten.

Es gibt zwei Gründe, die Rohre axial gegeneinander zu bewegen. Auf der einen Seite kann die Länge des Rohrs, das den Brenner 10 einschnürt, geregelt werden, um den von den jeweiligen Anforderungen abhängigen
 30 Brennstoffverbrauch anzupassen. Auf der anderen Seite kann die Größe und Zahl der offenen Entlüftungslöcher variiert werden, um die Menge an Rezirkulationsluft, die in den Innenteil der Rohrkonstruktion eingeführt wird, zu regeln. Wenn das Rohr 18 beispielsweise in das Rohr 16 gesteckt wird, werden die Entlüftungslöcher 22 vom unteren Teil des Rohrs 18 abgedeckt und nur die Löcher 24 und 20 bleiben als Quelle für die Rezirkulationsluft geöffnet. Wenn das Rohr 18 weiter hineingesteckt wird, werden die Entlüftungslöcher 24 im Rohr
 35 14 durch den oberen Teil des Rohrs 16 abgedeckt, und nur die Löcher 20 im Rohr 14 bleiben als Quelle für die Rezirkulationsluft geöffnet. Die Löcher 20 können geschlossen werden, indem das Rohr 16 vollständig in das Rohr 14 gesteckt wird, so daß, wenn die gesamte Konstruktion teleskopartig ineinandergesteckt wird, kein Entlüftungsloch geöffnet ist. Es wird die Verwendung einer Entlüftungsanordnung in Erwägung gezogen, wobei durch das Ineinanderstecken und/oder Drehen der Rohre die Entlüftungsöffnungen 20, 22 oder 24 nur teilweise
 40 geschlossen werden.

Die Position der Rohre sollte solange angepaßt werden, bis der Schadstoffgehalt in den Rauchgasen auf eine Minimum reduziert wurde. Wie oben erwähnt, kann es sich bei der Vorrichtung zur Regelung der Position der Rohre um eine herkömmliche Vorrichtung handeln. Ebenso kann der Regelungsmechanismus zur Feststellung der Schadstoffe in den Rauchgasen und Veranlassen der Regelungsvorrichtung auf empirischer Basis,
 45 die Position der Rohre 14, 16 und 18 durch Ineinanderschieben oder Drehen der Rohre entsprechend anzupassen, aus einem standardmäßigen Gerät bestehen. Die Position der Rohre wird solange verändert, bis die durch einen Fühler gemessenen Schadstoffe auf ein Minimum reduziert wurden. Das Gerät zur Wahrnehmung von Schadstoffen und Regelung der teleskopartigen Bewegung der Rohre kann herkömmlich sein und ist demgemäß in dieser Beschreibung nicht dargelegt.

Die dem Flammenaustritt zugewandten Stirnflächen der Rohre sollten kantenverrundet sein, wie z. B. die Stirnfläche 32, um einen abrißfreien Austritt der Flamme aus dem Brennerrohr aufrechtzuerhalten. Ein Abriß
 50 führt zur Ausbreitung der Flamme.

Für die Verwendung der Erfindung in gasbeheizten Brennern können keramische Werkstoffe in der Nähe der Zündüberwachung (nicht abgebildet) so metallisiert werden, daß sie elektrisch leiten und zum Funktionieren
 55 der Zündüberwachung führen. Alternativ kann eine besondere Elektrode mit einem Massepol verwendet werden. Der mit dem Stand der Technik vertraute Fachmann wird schnell erkennen, wie und warum dies getan werden muß, wenn die Erfindung mit einer Zündüberwachung verwendet wird.

Fig. 2 zeigt eine alternative Ausführung der Erfindung, wobei die Entlüftungsvorrichtung mit Ringen 34 und

36 ausgestattet ist, und jeder Ring eine Vielzahl von Bohrungen 38 bzw. 40 aufweist, durch die die Rezirkulationsluft in das Rohr gelangt. In diesem Fall werden die Rohre 14, 16 und 18 nicht ineinandergeschoben, aber die Ausbrennstrecke 30 ist anpaßbar, so daß der Spalt zwischen den Rohren 18 und 16 geschlossen werden kann und die Rezirkulationsluft nicht in die Entlüftungslöcher 38 im Ring 34 eindringen kann. Vorzugsweise bestehen die Ringe 34 und 36 aus einem keramischen Werkstoff.

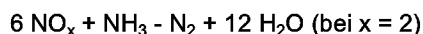
Es ist auch möglich, Ansaugluft einzuführen, indem die Innenfläche der Rohre mit Längsnuten versehen werden, wie in Fig. 4 gezeigt. Fig. 4 zeigt den Querschnitt eines Rohrs, wobei das Rohr aus einem äußeren Rohr 40 und einem inneren Rohr 42 besteht. Das innere Rohr 42 ist an den Stellen 46 gerippt, wodurch ein Luftspalt 44 zwischen dem Rohr 40 und dem Rohr 42 gebildet wird. Die Verwendung dieser Anordnung hat den Vorteil, daß die Oberfläche des Innenrohrs wie unten beschrieben, vergrößert wird.

Es hat sich gezeigt, daß es für den Verlauf der Verbrennung von Vorteil ist, eine möglichst große innere Rohroberfläche anzubieten. Die innere Rohroberfläche kann dadurch vergrößert werden, daß das Konturrohr 47, wie in Fig. 5 gezeigt, entweder verrippt oder wellenförmig ausgebildet wird. Diese Kontur wird vorteilhafterweise bei dem Rohr mit dem engsten Querschnitt, z. B. Rohr 18 der Fig. 1, oder bei der Ausbrennstrecke 30 angewandt (s. Fig. 2).

Die Vergrößerung der Rohroberfläche führt zu einer niedrigeren Verbrennungstemperatur und einer Verringerung der NO_x -Emissionen. Um den Schwefeldioxidgehalt im Rauchgas zu reduzieren, wird die vergrößerte Oberfläche mit schwefelaufzehrendem Kupferoxid beschichtet.

Die Kupferoxidschicht 48 kann durch Aufspritzen einer Suspension auf die Innenfläche des Rohrs aufgetragen werden. Die Suspension sollte CuO -Pulver enthalten mit einer mittleren Korngröße von etwa $20\text{ }\mu\text{m}$, in einer Wasser/Alkohol-Mischung unter Verwendung eines Dispergierungsmittels als Bindemittel und etwa 5 % Wasserglas als bindemittel. Die Schichtdicke sollte optimalerweise $0,2\text{ mm}$ betragen.

Stickoxide können zu Stickstoff und Wasser reduziert werden, wenn dem Rauchgas vor dem Kontakt mit der Kupferoxidbeschichtung Ammoniak zugesetzt wird. In diesem Fall kommt der Kupferoxidbeschichtung für die Reaktion ein katalytischer Effekt zu:



Die umlaufenden Entlüftungsöffnungen können auch als eine Reihe von Schlitzten ausgebildet sein, wie in den Fig. 6 - 10 gezeigt. Die Schlitzte können radial oder in einem Winkel radial zur Brennerachse 49 angebracht sein, so daß die Rezirkulationsluft im Rohr mit einem Drall versehen wird. Wie in Fig. 6 gezeigt, können sich die Entlüftungsöffnungen (gezeigt als rechteckiger Schlitz) nach oben hin gegen eine Radius 52 neigen, so daß ein Anstellwinkel 54 von 30° bis 60° , vorzugsweise 45° , entsteht.

Die Fig. 7, 8 und 9 zeigen verschieden Arten von Entlüftungsschlitzten, die für die Verwendung der Erfindung geeignet sind. In Fig. 7 ist der Schlitz 50 rechteckig geformt und erstreckt sich radial durch das Rohr 14. In Fig. 8 ist der Schlitz 50b in eine Richtung zur Bildung eines Trapez im Querschnitt eingeeengt. In Fig. 9 ist der Schlitz 50c in beide Richtungen eingezogen, so daß der Schlitz in beiden Querschnitten wie ein Trapez geformt ist. Die Schlitzvarianten der Fig. 8 und 9 verleihen der Rezirkulationsluft eine Beschleunigung, die sich als vorteilhaft erwiesen hat.

Die Anordnung der Schlitzte ist kein kritischer Teil der Erfindung, bei der Konstruktionsart der Fig. 10 können die Schlitzte regelmäßig verteilt oder stufen- oder spiralförmig angeordnet sein.

Fig. 10 zeigt ein Rohr 60, bei dem die Entlüftungsvorrichtungen aus einer Vielzahl von Schlitzten 62 bestehen, die spiralförmig um ein verlängertes Rohr angeordnet sind. In diesem Fall können die Entlüftungsschlitzte 62 durch Ineinanderschieben geschlossen werden, wie in Fig. 1 gezeigt, oder falls gewünscht, durch Drehung eines äußeren Rohrs (nicht abgebildet), so daß es sich axial zum Rohr 60 bewegt und nacheinander die Schlitzte 62 schließt, je nach NO_x -Gehalt im Flammrohr.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur verbesserten Verbrennung von in einer Brennerdüse verbrannten Brennstoffen, bestehend aus
 - einer Rohrkonstruktion mit mehreren konzentrischen Rohren, wobei jedes Rohr einen anderen Durchmesser aufweist, das Rohr mit dem größten Durchmesser die Düse einschnürt und die Rohrdurchmesser entlang der Länge der Rohrkonstruktion stetig abnehmen;
 - umlaufend angeordnete Entlüftungsöffnungen, durch die die Abgase des in der Düse verbrannten Brennstoffes in die Düse zurückgeführt werden können
 dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Entlüftungsöffnungen zur Reduzierung des Schadstoffgehaltes in den Abgasen selektiv abgedeckt wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Entlüftungsöffnungen durch Bewegung mindestens eines Rohres abgedeckt werden.
- 5 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Rohr mit umlaufend angeordneten Entlüftungsöffnungen ausgestattet ist.
- 10 4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in mindestens zwei der Rohre umlaufend angeordnete Entlüftungsöffnungen angebracht sind und daß mindestens drei Rohre so ausgestattet sind, daß durch Bewegung der drei Rohre alle umlaufend angeordneten Entlüftungsöffnungen geschlossen werden können.
- 15 5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich die umlaufend angeordneten Entlüftungsöffnungen nach oben hin neigen.
- 20 6. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die umlaufend angeordneten Entlüftungsöffnungen aus Öffnungen bestehen, deren Größe von der äußeren zur inneren Rohroberfläche abnimmt.
- 25 7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Anstellwinkel zwischen 30° und 60° beträgt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Anstellwinkel etwa 45° beträgt.
9. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte Querschnittsfläche der Entlüftungsöffnungen in den Rohren zwischen 15 % und 35 % der Querschnittsfläche des Inneren des Rohrabchnittes beträgt.
- 30 10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre aus einem keramischen Werkstoff bestehen.
- 35 11. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenfläche mindestens eines Rohres gewellt ist.
- 40 12. Verfahren zur Verbesserung der Verbrennung von in einer Brennerdüse verbrannten Brennstoffen, wobei die Düse von einem Rohr mit mehreren teleskopartigen Rohrabchnitten umgeben ist, mindestens der die Düse umgebende Rohrabchnitt mehrere Entlüftungsöffnungen zur Rückführung von Rauchgasen aus dem Brenner in die Düse aufweist, und das Verfahren die folgenden Schritte umfaßt:
- Messen des Schadstoffgehalts in den von der Düse ausgestoßenen Rauchgasen
 - Bewegen der Rohrabchnitte gegeneinander, so daß die Entlüftungsöffnungen zumindest teilweise zur Reduzierung des Schadstoffgehalts in den vom Brenner ausgestoßenen Gasen geschlossen werden.
- 45
- 50
- 55

FIG. 1

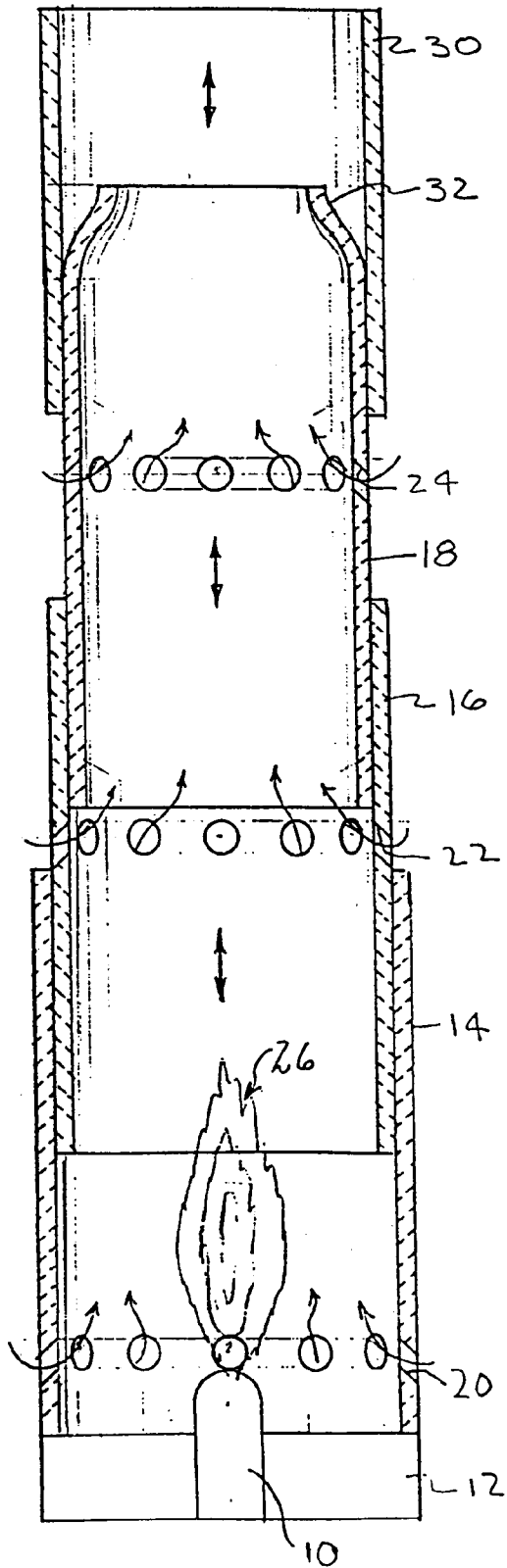


FIG. 2

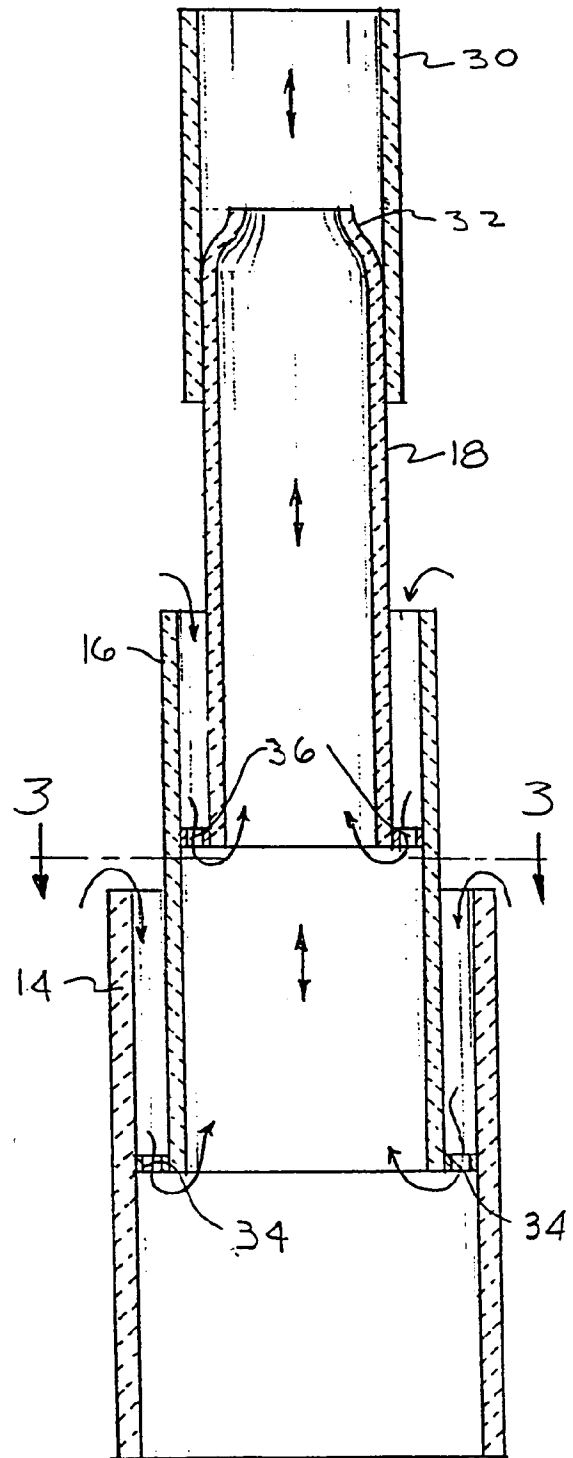


FIG. 3

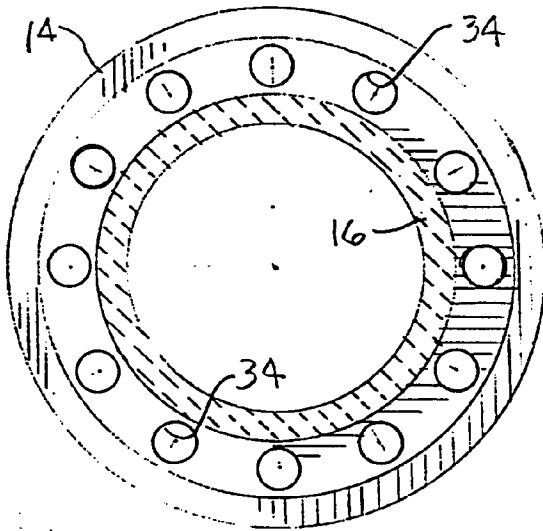


FIG. 4

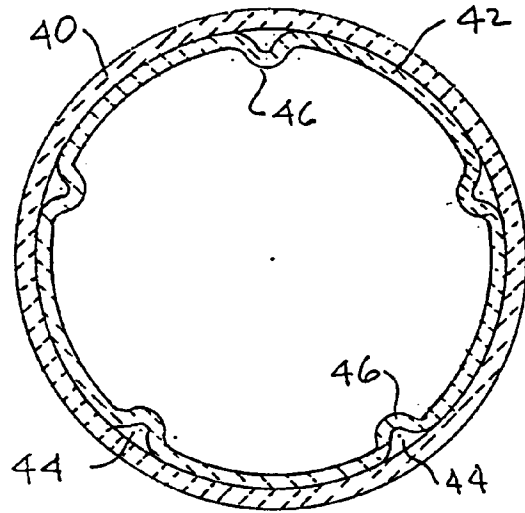


FIG. 5

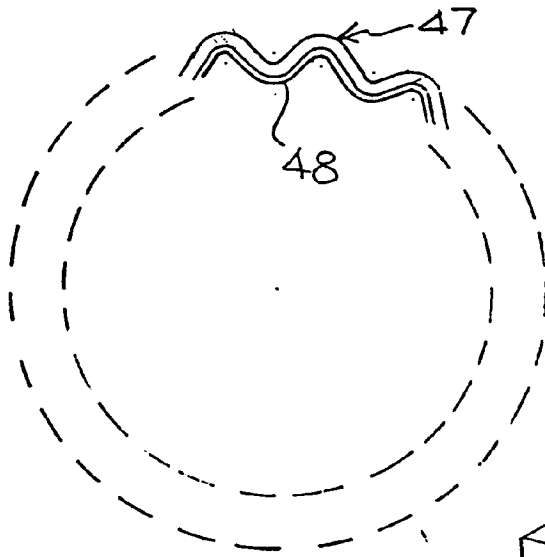


FIG. 6

