



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 665 467 A5

⑤ Int. Cl.4: F 23 J 13/00

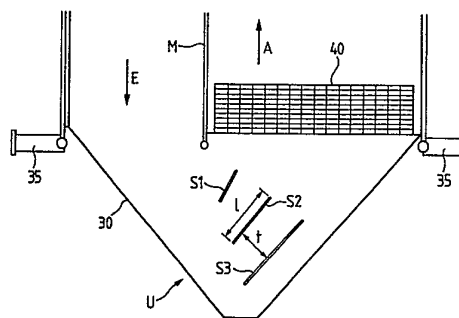
Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

<p>⑰ Gesuchsnummer: 2467/84</p> <p>⑳ Anmeldungsdatum: 18.05.1984</p> <p>㉔ Patent erteilt: 13.05.1988</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 13.05.1988</p>	<p>⑦③ Inhaber: Von Roll AG, Gerlafingen</p> <p>⑦② Erfinder: Schulz, Georg, Zürich Jachimowski, Alexander, Andelfingen</p> <p>⑦④ Vertreter: Dr. A. R. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich</p>
---	--

⑤④ **Einrichtung zur Strömungsumlenkung von Rauchgas und der Flugascheabscheidung in einem Mehrzugkessel.**

⑤⑦ Die Einrichtung weist ein Schaufelgitter (S1, S2, S3) in der Umlenkung (U) zwischen zwei Vertikalzügen (E, A) auf. Die Schaufeln (S1, S2, S3) des Schaufelgitters sind vorzugsweise im Übergangsbereich des Aufwärtszuges (A) angeordnet und ausgebildet. Die Einrichtung erlaubt eine über dem Querschnitt des Aufwärtszuges (A) im wesentlichen homogen verteilte Rauchgasströmung herzustellen sowie einen erhöhten Flugaschenaustrag während der Rauchgasumlenkung herbeizuführen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Einrichtung zur Strömungsumlenkung von Rauchgas und der Flugascheabscheidung in einem Mehrzugkessel, gekennzeichnet durch ein Schaufelgitter (S1/S2/S3) in der Umlenkung (U) zwischen zwei Vertikalzügen (A, E).
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufeln (S1, S2, S3) des Schaufelgitters (S1, S2, S3) im Übergangsbereich des Aufwärtzuges (A) angeordnet sind.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaufelgitter (S1, S2, S3) ebene Schaufeln (S1, S2, S3) aufweist.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufeln (S1, S2, S3) einen Anstellwinkel zur Strömung von kleiner gleich 90 Grad und einen Neigungswinkel zur Schwerkraft von kleiner gleich 45 Grad aufweisen.
5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Anstellwinkel 90–80 Grad und der Neigungswinkel 20–40 Grad beträgt.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das t/l-Verhältnis < 1 ist, wobei die Schaufellänge l bei verschiedenen Schaufellängen der Schaufeln (S1, S2, S3) ein Mittelwert und t ein mittlerer Schaufelabstand ist.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufeln (S1, S2, S3) am Abströmende eine Abstreifkante (K1, K2, K3) aufweisen.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der zwischen Schaufel und Abstreifkante eingeschlossene Winkel 90–45 Grad beträgt.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil der Schaufeln (S1, S2, S3) des Schaufelgitters (S1, S2, S3) aus zwei Ebenen Teilschaufeln bestehen, die einem Winkel von mindestens 120 Grad und weniger als 180 Grad einschliessen.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Reinigung von Rauchgasen, insbesondere von Rauchgasen aus Abfallverbrennungsöfen, und betrifft eine Einrichtung zur Strömungsumlenkung von Rauchgas und der Flugascheabscheidung in einem Mehrzugkessel.

Die Rauchgasleitung durch einen Mehrzugkessel bringt, gegenüber einer solchen in einem sog. «Einzugkessel», eine ganz ihr eigene Problematik, nämlich die der u.U. mehrfachen Umlenkung des Rauchgasstromes in die nacheinander geschalteten vertikalen Züge. Es sind also im wesentlichen 180grad Umlenkungen mit allen bekannten gasdynamischen Schwierigkeiten, vermehrt um die Probleme die entstehen, wenn es sich um Feststoff/Gas-Gemische, also Rauche, oder um Feststoff/Flüssigkeit/Gas-Gemische, für die es keine eigentliche Bezeichnung gibt. Im Rauchgas handelt es sich in den seltensten Fällen um einen eigentlichen Rauch, meistens sind es «Nebel-Rauche», wobei der Flüssiganteil nicht selten durch den flüssigen Aggregatzustand des Feststoffanteils gebildet wird. Die einzelnen Phasen sind nicht nur temperatur- sondern auch noch, von der Anzahl der eingemischten Komponenten her gesehen, konzentrationsabhängig. So treten je nach Rauchgasgeschwindigkeit und Feststoffanteil an im Rauchgasstrom angeordneten Aggregaten Erosionen, und bei Flüssigphasen-Anteilen durch bspw. haftende Verschmutzung auch Korrosionen auf.

Sehr störend und kostspielig sind die sog. einseitigen Abnützungen an solchen Aggregaten. Das sind Schäden, bei

denen im Extremfall eine Seite des Aggregats, die weniger angeströmt ist, praktisch unbeschädigt bleibt, während die der Strömung stark ausgesetzte Seite durch Erosion und Korrosion derart beschädigt ist, dass ein Ersatz, meist des ganzen Aggregats vorgesehen werden muss.

Dieses Problem wird bspw. gemäss der DE-OS 2 805 671 zu lösen versucht, in dem man in der unteren Umlenkung von einem Vertikalzug in den anderen eine den Rauchgasstrom in zwei Teilströme aufteilende Lenkwand zusammen mit zwei weiteren, den Rauchgasstrom trimmenden Lenknasen anbringt. Diese Massnahme verbessert die Strömungsverhältnisse in der Umlenkung wohl, ist aber als solche sehr stark von einer ganzen Anzahl «Vorbedingungen» abhängig um optimal wirken zu können. Mit anderen Worten: es fehlt ihr nach dem Festlegen von Dimension und Anordnung zum Zug, Umlenkung und Aggregat eine gewisse Wirkungsbreite, um mit den veränderlichen Bedingungen in einem Rauchgaszug fertig zu werden.

Es ist also Aufgabe der Erfindung, in der Einströmzone des strömungsmässig aufwärtsvertikalen Zuges, wo üblicherweise solche Aggregate wie Wärmeaustauscher etc. angeordnet sind, eine über den Querschnitt des Zuges im wesentlichen homogen verteilte und gerichtete Rauchgasströmung herzustellen, so dass die Anströmung der nachfolgenden Aggregate auch bei wechselnden Einströmbedingungen möglichst gleichmässig erfolgt.

Ferner ist es Aufgabe der Erfindung einen erhöhten Flugascheaustrag während der Rauchgasumlenkung herbeizuführen.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein in der Umlenkung zwischen zwei Vertikalzügen angeordnetes Schaufelgitter. Um einen erhöhten Partikelaustrag zu unterstützen, dienen als besondere Ausführungsform Abstreifkanten, welche die Stromberuhigung in eine Gleichströmung im Ausströmereich des Schaufelgitters nicht wesentlich beeinträchtigen.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nun anhand der nachfolgend aufgeführten Figuren eingehend diskutiert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Rauchgasumlenkung ohne Lenkorgane gemäss Stand und Technik (Fig. 1 der obigen DE-OS)

Fig. 2 eine Rauchgasumlenkung mit Lenkorganen gemäss Stand der Technik (Fig. 3 derselben DE-OS)

Fig. 3A eine Geschwindigkeitsverteilung in einer Rauchgasumlenkung ohne Lenkorgane.

Fig. 3B eine Geschwindigkeitsverteilung in einer Rauchgasumlenkung mit einem Schaufelgitter gemäss Erfindung.

Fig. 4 ein erstes Ausführungsbeispiel gemäss Erfindung.

Fig. 5 ein zweites Ausführungsbeispiel gemäss Erfindung.

Die Rauchgasumlenkung, wie sie die Figuren 1 und 2 darstellen, zeigen im wesentlichen den Unterschied einer Umlenkung ohne und mit Lenkorganen, welche Lenkorgane zum Zweck eingebaut werden, um die Wirbelbildung bei einer solchen Umlenkung zu verhindern. Die Aufgabe dieses gezeigten Lenkorgans gemäss Stand der Technik ist es, eine Gleichströmung nach der Umlenkung zu erreichen. Wie in der zugehörigen DE-OS 2 805 671 beschrieben, ist in den Rauchgasumlenkungen ohne Lenkorgane, eine ungleichmässige, einseitige Belastung der nachgeschalteten Aggregate zu erwarten. Figur 2 zeigt einen Versuch, diese unerwünschten Strömungsverhältnisse mittels eines ersten Lenkorgans in Form einer Platte 16 und eines weiteren Lenkorgans in Form eines in bestimmter Position angeordneten Vorsprunges 18 zu unterdrücken. Es bestätigte sich jedoch, dass diese Anordnung nur in einem bestimmten Bereich von strömungsbestimmenden Variablen zufriedenstellend arbeitet und ausser-

halb dieses Bereiches in empirischer Manier weitere dritte und vierte, meist ganz verschieden ausgelegte Lenkorgane dort angeordnet werden müssen, wo sie den gewünschten Effekt erzielen. Dies führte zu «nichtallgemeinen», d.h. jeweils massgeschneiderten Anordnungen von ebenso verschieden geformten Lenkorganen.

Die Erfindung lehrt hier eine allgemeinere Lösung, die lediglich in verschiedenen Ausführungsformen Unterschiede zeigt, ohne dabei das Grundkonzept zu verlassen. Um dies zu diskutieren, dienen die beiden Figuren 3A und 3B.

Figur 3A zeigt in Anlehnung an Figur 1 ein Strömungsbild in einer Rauchgasumlenkung ohne Lenkorgane. Im Vertikalzug 30 mit einer Trennwand M, strömt bei E das Rauchgas durch den Abwärtszug in Pfeilrichtung zur Umlenkung U, mit einem (mittleren) Umlenkradius R durch diese hindurch und in Pfeilrichtung bei A aus der Umlenkung U in den Aufwärtszug. Die Grenzgebiete der Strömung sind mit G bezeichnet. In den Aufwärtszug eingezeichnet ist ein Geschwindigkeitsdiagramm: $V=F(x)$; x ist die Breite des Aufwärtszuges. Aus Kontinuitätsgründen bleibt das V-Profil in der feinwirbeligen Gleichströmung nach der Umlenkung U im wesentlichen erhalten. Figur 3B zeigt, aus der gleichen Überlegung heraus das Strömungsbild in einer Rauchgasumlenkung mit einem Schaufelgitter, wie es die Erfindung lehrt. Das Schaufelgitter weist allgemein n Schaufeln auf, zugunsten einer klaren Darstellung in Figur 3B lediglich deren zwei. Durch n Schaufeln des Schaufelgitters, wird die Strömung proportional in $n+1$ Einzelströmungen aufgeteilt. Jeder einzelne dieser Teilströme verhält sich im wesentlichen gleich wie die Strömung gemäss Figur 3A, d.h., jeder Teilstrom zeigt das gleiche oder zumindest sehr ähnliche Strömungsprofil.

Das Rauchgas strömt durch den Abwärtszug bei E in die Umlenkung mit dem Schaufelgitter $S1/S2/.../Sn$ und bei A in $n+1$ Teilströme aufgeteilt in den Aufwärtszug. Die jetzt mehrfach vorkommenden Grenzgebiete der Strömungen sind mit $G1, G2, G3$ usw. bezeichnet. Die (mittleren) Umlenkradien an der Trennwand M und den Schaufeln sind nun $r < R$ bzw. $r = R/(n+1)$. Über die Breite des Aufwärtszuges ist das resultierende Strömungsprofil $V = F(x)$ gezeichnet. Die im praktischen Versuch bestätigte «Homogenisierung» der $(n+1)$ -Ausgangsströmung mit dem $(n+1)$ -Geschwindigkeitsprofil, zeigt eine markante Verbesserung zum Stand der Technik gemäss Figur 3 der DE-OS 2 805 671.

Wird in einer weiteren Betrachtung die Strömung als Partikelstrom verstanden, so gelten bezogen auf n Schaufeln des Schaufelgitters folgende Beziehungen:

Die Zentrifugalkräfte die auf die Staubteilchen wirken sind
 $F(\text{zentr.}) = m(w.w)r$; mit $w = V/r$ und $r = R/n+1$
 $\rightarrow F(\text{zentr.}) = m(V.V).(n+1)/R$
 $\rightarrow F(\text{zentr.})$ proportional zu $n+1$
 \rightarrow Die Abscheidung wird um $n+1$ verbessert mit
 $m =$ Partikelmasse;
 $w =$ Rotationsgeschwindigkeit der abgelenkten Strömung
 $v =$ Strömungsgeschwindigkeit

Nebst der Verbesserung des Strömungsbildes, wie oben ausgeführt, resultiert also auch eine Verbesserung der Abscheidung von Rauchgaspartikeln aus dem Rauchgasstrom.

Aus der Theorie der Schaufelgitter für Strömungsmaschinen kommt der Form der Schaufeln oder Flügel des Schaufelgitters eine erhebliche Bedeutung zu. Das Schaufelgitter, auch Flügelreihe genannt, leitet sich im einzelnen vom Tragflügel ab; der Druckabfall (oder Druckanstieg) im Gitter

ist funktionell mit der Form des Flügels verknüpft. Für die Abhängigkeit der Flügeleigenschaften von der Flügelform, kann im Geschwindigkeitsfeld für Rauchgasströmungen ohne weiteres die ebene Platte herangezogen werden. Der Anstellwinkel zur Strömung soll bei einer solchen 90 Grad oder kleiner sein, jedoch so zur Schwerkraft gestellt, dass sie einen Schüttwinkel zum Abgleiten der Rauchgaspartikel von 45 Grad oder grösser aufweist. Ein Gitter aus ebenen Schaufeln, ein Streckenprofil also, kann im Winkel zur Gitternormalen so eingestellt werden, dass bei $t =$ Schaufelabstand und $l =$ Schaufellängen (evtl. oder bspw. als mittlerer Werte von Schaufeln diverser Längen) und dem Verhältnis t/l , im praktisch gesamten, in der Praxis vorkommenden Geschwindigkeitsfeld für Rauchgase in Kesselzügen, ausreichende Gitterwirkungszahlen erreicht werden können. Damit ist das Ziel einer Lösung für breite Anwendung durch den Einsatz von Schaufelgittern in Rauchgasumlenkungen erreicht.

Eine abgeleitete Variante der ebenen Platte ist die «geknickte» Platte aus zwei Teilplatten mit einem stumpfen, im wesentlichen quer zur Strömungsrichtung stehenden Knickwinkel von bspw. zwischen 120 und weniger als 180 Grad. Solch eine geknickte Platte entspricht immer noch der ebenen Platte, obschon die Wirkung sich in Richtung einer gebogenen Schaufel entwickelt. In weiterer Konsequenz würde sich eine entsprechend polygonal geknickte Platte der ebenen annähern. Es zeigte sich aber, dass der Wirkungsgrad des Schaufelgitters sich verbessern lässt, wenn ein Teil der (ebenen) Schaufeln geknickt wird und zwar vorzugsweise die der Mittelwand M des Vertikalzuges näheren Schaufeln. Zweckmässig hat sich ein einziger Knick im zur Strömungsrichtung betrachtet oberen Drittelbereich der Schaufel erwiesen. Zwei und mehr Abknickungen an derselben Schaufel bringen keinen besonderen vorteilhaften Effekt, verteuern aber deren Herstellung.

Die Figuren 4 und 5 zeigen noch zwei bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung. Der Kesselzug 30 ist in einer Aufhängung 35 befestigt; er steht als Vertikalzug parallel zur Schwerkraft. Die Trennwand M teilt den Vertikalzug in einen Abwärtszug E und einen Aufwärtszug A. gemäss den Strömungspfeilen. Im Aufwärtszug ist ein Aggregat 40 angeordnet, bspw. ein Wärmeaustauscher, welcher vom Schaufelgitter $S1/S2/S3$ her angeströmt wird. Die Längen l der einzelnen Schaufeln $S1, S2, S3$ sind jeweils verschieden; sie nehmen gegen den äusseren Bereich der Strömung zu; dagegen ist der Abstand der Schaufeln zueinander konstant, sie sind äquidistant angeordnet. Im Unterschied zu Figur 4 haben die Schaufeln in Figur 5 am Strömungsausgang eine Abscheidokante $K1, K2, K3$, die jeweils senkrecht zur abgehenden Strömung steht; diese Abscheidokanten erschweren bis verhindern ein Mitreissen der ausgeschiedenen Partikel durch die Strömung. Sie unterstützen also den Partikelaustrag, wie dies oben schon erwähnt wurde.

In geraffter Darstellung zeigt die Erfindung folgende Eigenschaften und Merkmale: Es ist eine Einrichtung zur Verbesserung der Strömungsumlenkung von Rauchgas und der Flugascheabscheidung in einem Mehrzugkessel gekennzeichnet durch ein n -schaufeliges Schaufelgitter ($S1/S2/.../Sn$) in der Umlenkung (U) des Vertikalzuges (30). Die Schaufeln ($S1, S2, ..., Sn$) des Schaufelgitters ($S1/S2/.../Sn$) in der Umlenkung (U) des Vertikalzuges (30) sind vorzugsweise im Übergangsbereich des Aufwärtszuges (A) angeordnet und das Schaufelgitter ($S1/S2/.../Sn$) besteht aus ebenen Schaufeln ($S1, S2, ..., Sn$).

Die Schaufeln ($S1, S2, ..., Sn$) weisen einen Anstellwinkel zur Strömung von kleiner gleich 90 Grad und einen Neigungswinkel zur Schwerkraft von kleiner gleich 45 Grad auf. Vorzugsweise ist der Anstellwinkel 90-80 Grad und der Neigungswinkel gleich 20-40 Grad beträgt.

Das t/l -Verhältnis ist in der Regel < 1 , wobei die Schaufellänge l bei verschiedenen Schaufellängen der Schaufeln (S_1, S_2, \dots, S_n) einem Mittelwert und t einem mittlerer Schaufelabstand entspricht.

Vorzugsweise weisen die Schaufeln (S_1, S_2, \dots, S_n) am Abströmende eine Abstreifkante (K_1, K_2, \dots, K_n) auf, wobei der zwischen Schaufel und Abstreifkante eingeschlossene Winkel $90-45$ Grad beträgt.

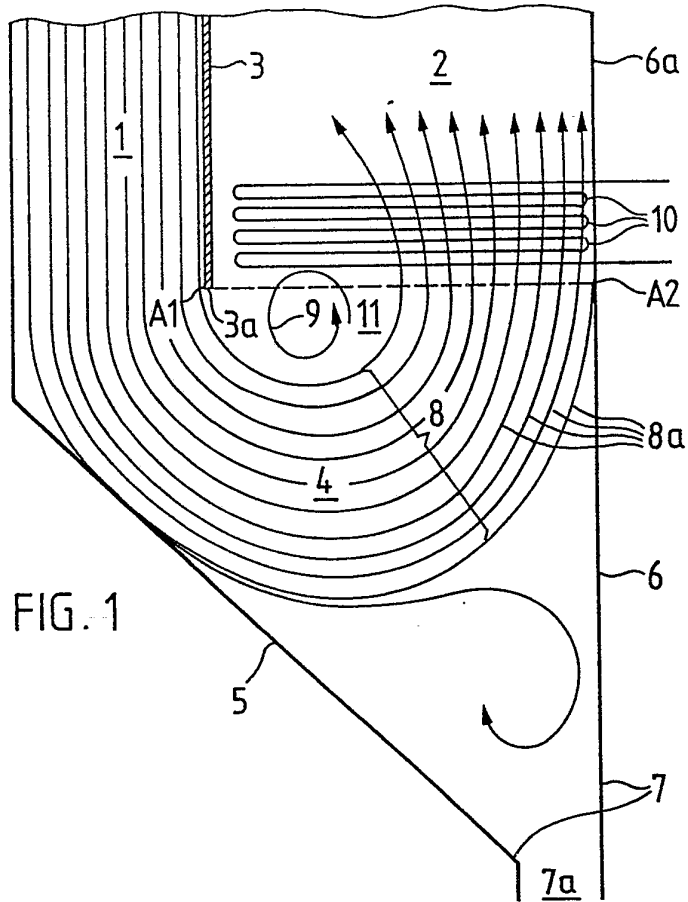


FIG. 1

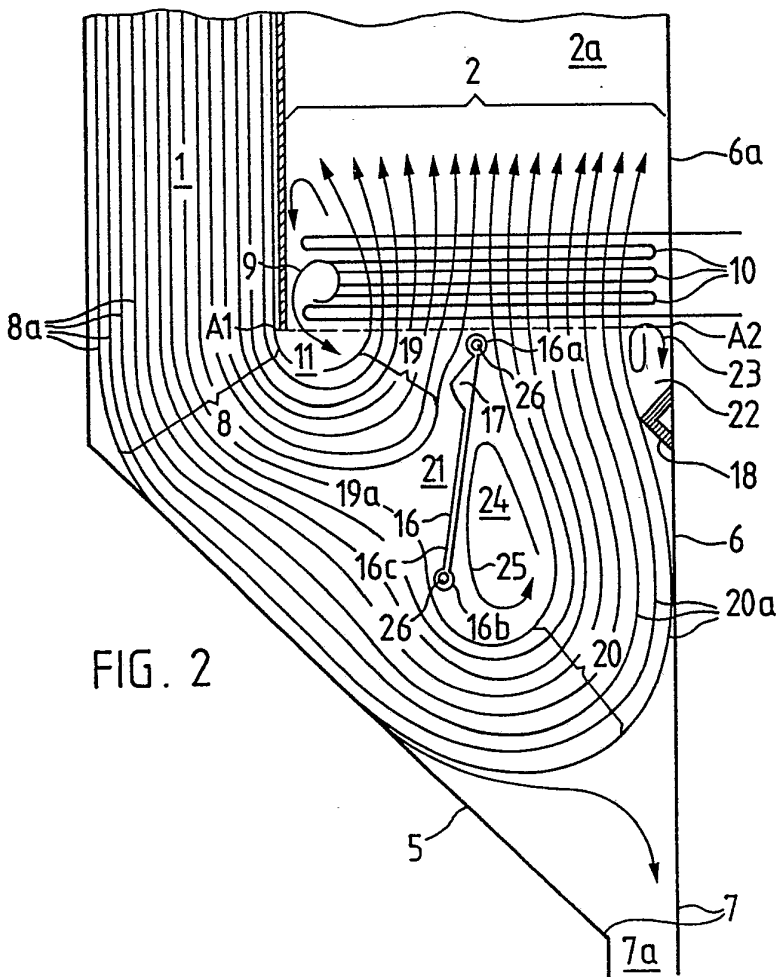


FIG. 2

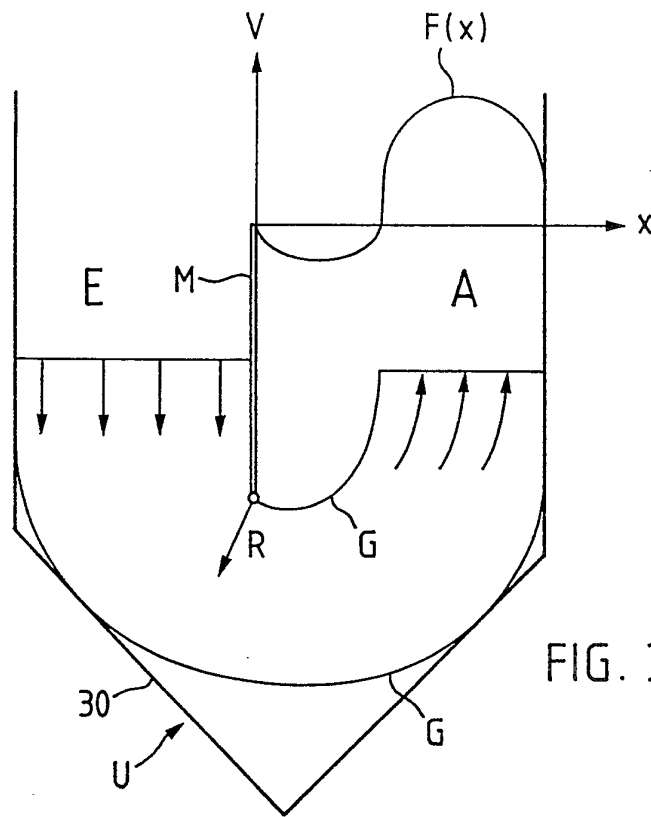


FIG. 3A

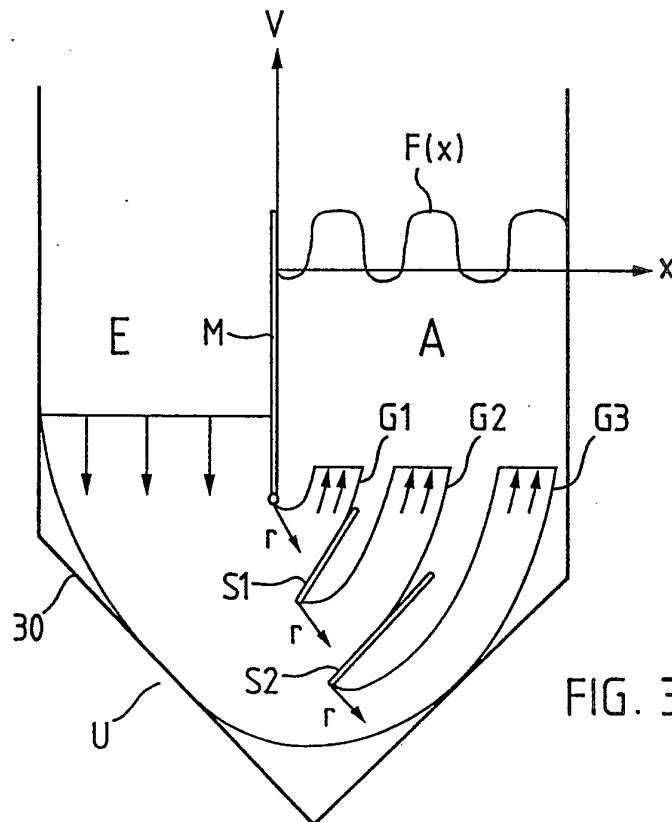


FIG. 3B

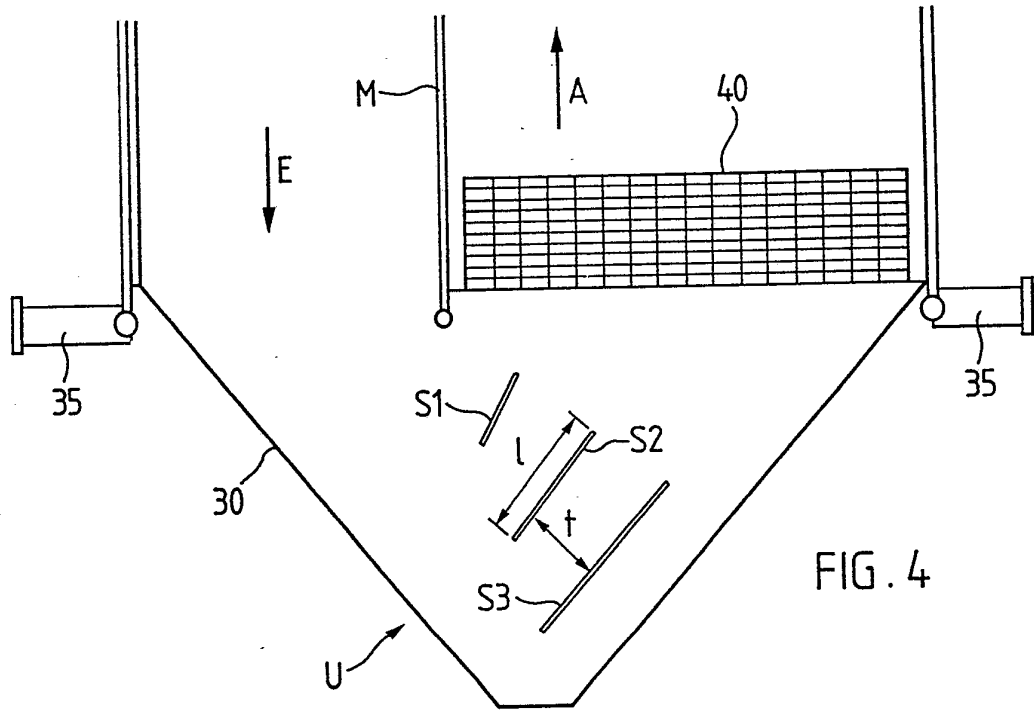


FIG. 4

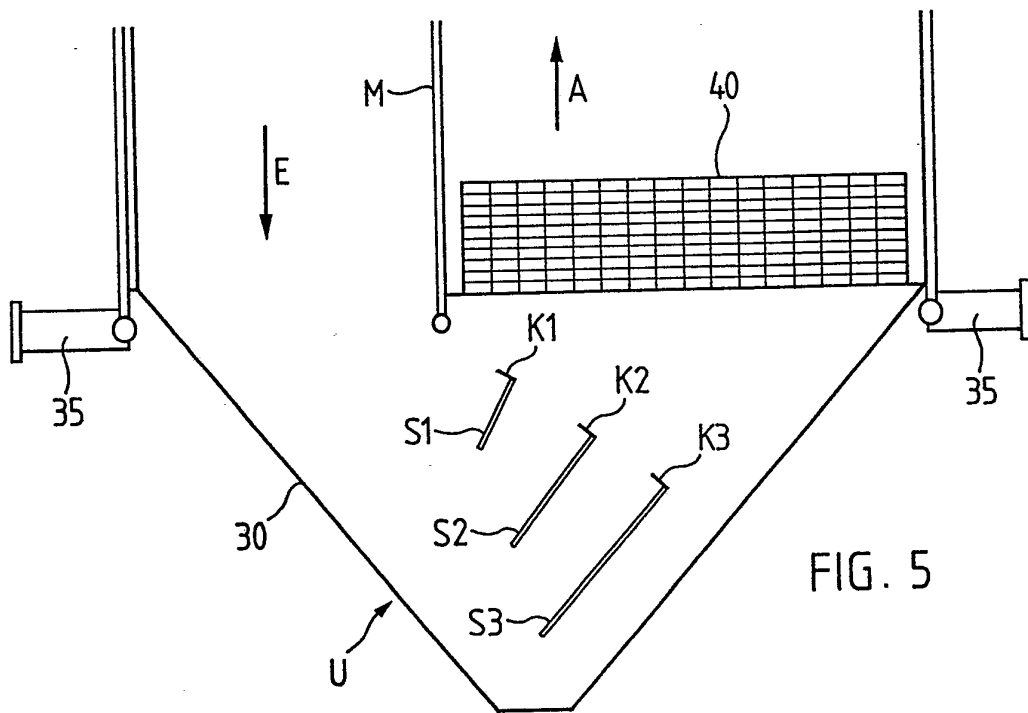


FIG. 5