



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 653 759 A5

⑤ Int. Cl.4: F 23 G 7/06  
F 23 J 13/04

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

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑲ Gesuchsnummer: 5669/80

⑳ Anmeldungsdatum: 24.07.1980

㉑ Priorität(en): 25.07.1979 US 060668

㉒ Patent erteilt: 15.01.1986

㉓ Patentschrift veröffentlicht: 15.01.1986

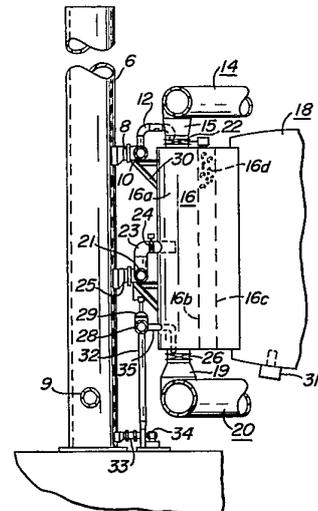
㉔ Inhaber:  
Regenerative Environmental Equipment Co.,  
Inc., Morris Plains/NJ (US)

㉕ Erfinder:  
Benedick, Edward H., Morristown/NJ (US)

㉖ Vertreter:  
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG,  
Patentanwälte, Basel

⑤④ Vorrichtung zur thermischen Reinigung von Abgasen und Verfahren zu deren Betrieb.

⑤⑦ Die nach dem thermischen Regenerativverfahren arbeitende Vorrichtung weist eine Verbrennungskammer (18) auf, welche mit einer Anzahl Wärmetauscherabschnitten (16) in Verbindung steht. Die Wärmetauscherabschnitte (16) sind über Ventile (22, 26) an eine Einlass- (14) und eine Auslassringleitung (20) angeschlossen. Eine gereinigte Abgas-Teilströmung wird aus dem Kamin (6) an mindestens eine Seite eines oder beider Ventile (22, 26) herangeführt. Diese Massnahme verhindert, dass über eine Zuleitung von aussen herangeführtes ungereinigtes Abgas die Ventile (22, 26) als Leakage passiert, wenn sich diese im geschlossenen Zustand befinden, und bewirkt, dass der gesamte Zustrom des ungereinigten Abgases die Verbrennungskammer (18) passieren muss.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur thermischen Reinigung von Abgasen, mit mindestens einem Wärmetauscherabschnitt (16), der mit einer Verbrennungskammer (18) in Verbindung steht, wobei das Abgas durch den Wärmetauscherabschnitt (16) und die Verbrennungskammer (18) hindurch zu einem Auslass (6) zu strömen bestimmt ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscherabschnitt (16) mit einer Einlass- und einer Auslassrohranordnung in Verbindung steht, wobei die Einlassrohranordnung (14, 15) zur Zuleitung von ungereinigtem und die Auslassrohranordnung (19, 20) zur Ableitung von gereinigtem Abgas bestimmt ist, dass in der Einlassrohranordnung (14, 15) mindestens ein erstes Ventil (22) angeordnet ist, und dass mindestens eine Seite des Ventils (22) über eine erste Zuführeinrichtung (8, 10, 12) mit dem Auslass verbunden ist zur Zuführung eines Teils des gereinigten Abgases aus dem Auslass für die Unterstützung der Dichtungswirkung des Ventils, wenn sich das Ventil in seiner geschlossenen Stellung befindet.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlassrohranordnung eine Einlassleitung (15) umfasst, und die erste Zuführeinrichtung eine erste Leitung einschliesst, die zwischen dem Auslass (6) und der Einlassleitung (15) auf der strömungsaufwärts gelegenen Seite des in der Einlassleitung vorgesehenen ersten Ventils angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Auslassrohranordnung eine Auslassleitung (19) für das gereinigte Abgas einschliesst, dass die Auslassleitung (19) mit dem Auslass (6) in Verbindung steht, dass ein zweites Ventil (26) in der Auslassleitung vorgesehen ist, und eine zweite Zuführeinrichtung (28, 29, 32; 35) eine zweite Leitung (35) einschliesst, die zwischen dem Auslass (6) und der Auslassleitung (19) auf der strömungsaufwärts gelegenen Seite des zweiten Ventils (26) angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anzahl von Wärmetauscherabschnitten (16) und eine entsprechende Anzahl von einer Einlassringleitung (14) abzweigender Einlassleitungen (15) vorgesehen ist, und dass die Einlassringleitung (14) mit einer Abgasquelle zu verbinden bestimmt ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anzahl von Wärmetauscherabschnitten (16) und eine entsprechende Anzahl von Auslassleitungen (19) vorgesehen sind, welche mit einer Auslassringleitung (20) in Verbindung stehen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Auslass (6) als Kamin gestaltet ist, und die erste (12) und die zweite Leitung (35) mit dem Kamin in Verbindung stehen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gebläse (34) vorgesehen ist, um gereinigtes Abgas von dem Auslass (6) durch die zweite Leitung (35) an die strömungsaufwärts gelegene Seite des zweiten Ventils (26) zu liefern.

8. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste (12) und zweite Leitung (35) jeweils vor der strömungsaufwärts gelegenen Seite des entsprechenden Ventils (22, 26) enden.

9. Verfahren zum Betrieb der Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil des in der Verbrennungskammer (18) gereinigten Abgases an die strömungsaufwärts liegende Seite des eingangsseitig des Wärmetauscherabschnittes (16) angeordneten ersten Ventils (22) geleitet wird, wenn dieses sich im geschlossenen Zustand befindet.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich ein weiterer Teil des gereinigten Abgases an die strömungsaufwärts gelegene Seite des ausgangsseitig des

Wärmetauscherabschnittes (16) vorhandenen zweiten Ventils (26) geleitet wird.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur thermischen Reinigung von Abgasen nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und auf ein Verfahren zu deren Betrieb.

Nach dem thermischen Reinigungsverfahren arbeitende Verbrennungsvorrichtungen sind beispielsweise aus der US-Patentschrift 3 895 918 bekannt. Bei dieser Verbrennungsvorrichtung ist eine Anzahl von Wärmetauscherabschnitten um eine in der Mitte angeordnete Hochtemperaturkammer herum angeordnet, die mit dem Wärmetauscherabschnitten in Verbindung steht. Jeder Wärmetauscherabschnitt schliesst ein Wärmetauscherbett mit einer grossen Anzahl von feuerfesten Elementen oder «Steinen» ein, die in dem Wärmetauscherbett durch innere und äussere perforierte Haltewände festgehalten werden. Eine zu reinigende industrielle Abgas- oder Abluftströmung wird einer Einlassringleitung zugeführt, die Zweigleitungen aufweist, die die Abgas- und Abluftströmung auf ausgewählte Wärmetauscherabschnitte verteilen, wenn deren zugeordnetes Einlassventil offen ist. In diesem Fall durchströmt die Abgas- oder Abluftströmung das Wärmetauscherbett, das einen Temperaturgradienten von der vorderen inneren Haltewand zur hinteren äusseren Haltewand aufweist. Die vordere innere Wand und der zugehörige Bereich sind heisser als die Bereiche, die mehr in Richtung auf die Aussenseite gelegen sind, weil die Vorderseite sich näher an der eine sehr hohe Temperatur aufweisenden, in der Mitte angeordneten Verbrennungs- oder Veraschkammer befindet.

Alle Wärmetauscherabschnitte sind weiterhin über Zweigleitungen mit einer Auslassringleitung verbunden, die ihrerseits mit einem Auslassgebläse verbunden ist, das den Gasinhalt der Auslassringleitung absaugt und einem Auslasskamin oder dergleichen zuführt.

Die Abgas- oder Abluftströmung durchläuft zu Anfang ein erstes Wärmetauscherbett in einem der Einlasswärmetauscherabschnitte, nachdem sie durch ein offenes Einlassventil hindurchgeströmt ist (das Auslassventil dieses Wärmetauscherabschnittes wird geschlossen gehalten), und wird dann durch die in der Mitte angeordnete Verbrennungskammer hindurchgesaugt, in der sie durch Hochtemperatur-Oxidation gereinigt wird. Die Abgas- oder Abluftströmung wird dann durch zumindest ein zweites Wärmetauscherbett hindurchgesaugt, an dessen «Steine» die gereinigten Verbrennungsprodukte ihre sehr hohe Wärme abgeben. In dem zweiten Wärmetauscherabschnitt bleibt das Einlassventil geschlossen, während das Auslassventil offen ist.

Wenn der nächste Arbeitszyklus beginnt, kann jedoch ein zweiter Wärmetauscherabschnitt so geschaltet werden, dass er als Einlasswärmetauscher arbeitet, während die Aufgabe eines ersten Einlasswärmetauscherabschnittes ebenfalls umgekehrt wird, so dass er als Auslasswärmetauscher wirkt. Daher wird bei dem nächsten Arbeitszyklus das Einlassventil des ersten Wärmetauscherabschnittes geschlossen, während sein Einlassventil geöffnet wird, und der zweite Wärmetauscherabschnitt in den genau entgegengesetzten Ventilzustand gebracht wird.

Bevor jedoch der nächste Arbeitszyklus beginnt, ergibt sich eine Zwischenperiode, in der beide Ventile des ersten Wärmetauscherabschnittes geschlossen sind, so dass irgendeine restliche Abgas- oder Abluftströmung in diesem Wärmetauscherabschnitt durch die von dem Auslassgebläse erzeugte Saugkraft abgesaugt werden kann. Andernfalls könnte, wenn der nächste Arbeitszyklus beginnt und die Stellung der Ven-

tile in dem ersten Wärmetauscherabschnitt umgekehrt wird, diese restliche ungereinigte Abgas- oder Abluftströmung direkt in die Auslassringleitung abgesaugt werden, ohne dass diese Strömung das Wärmetauscherbett in dem ersten Wärmetauscherabschnitt, die in der Mitte angeordnete Verbrennungskammer und das Wärmetauscherbett in dem zweiten Wärmetauscherabschnitt durchlaufen hätte. Dies würde zur Abgabe von schädlichen oder gefährlichen Gasen in die Atmosphäre führen.

Die am Einlass und Auslass der jeweiligen Wärmetauscherabschnitte verwendeten Ventile weisen aufgrund der hohen auftretenden Temperaturen in vielen Fällen Metall-/Metall-Dichtungsflächen auf. Selbst wenn die Ventile «geschlossen» sind, können Herstellungsmängel der Ventile oder Fehler der Ventile, die durch Hitze oder andere Betriebsbedingungen hervorgerufen werden, zu einem Auslecken der Abgas- oder Abluftströmung durch die Einlass- und Auslassventile hindurch führen, insbesondere wenn eine Überführung eines Wärmetauscherabschnittes von der Einlass- zur Auslassbetriebsweise erfolgt, so dass die Abgas- oder Abluftströmung direkt in die Auslassringleitung gelangt, wodurch der thermische Oxidationsvorgang umgangen wird.

Obwohl sich Probleme mit derartigen Ventilen hinsichtlich des Ausleckens ergeben, gibt es keine praktische Möglichkeit, dieses Auslecken zu messen, wenn das Ventil in der beschriebenen Verbrennungsvorrichtung installiert ist. Obwohl das Auslecken eines einzelnen Ventils auf einem Prüfstand unter Verwendung von Umgebungsluft gemessen werden kann, weist die Umgebungstemperatur eine so viel geringere Temperatur als das im praktischen Betrieb verwendete Gas auf, dass derartige Testversuche keine allzu grosse Gültigkeit aufweisen. Testversuche bei den tatsächlich auftretenden Betriebstemperaturen würden aufwendige Wärmetauschergeräte und andere aufwendige Ausrüstungen erfordern. Weiterhin haben zwei ansonsten gleiche Ventile aufgrund der Bearbeitungstechniken und zulässigen Toleranzen niemals die gleiche Leckrate. Obwohl es möglich ist, dass die Leckrate weniger als 1% ist, kann selbst diese Menge in bestimmten Bereichen unzulässig sein, in denen Umweltschutzmassnahmen strikt durchgeführt werden.

Es wurden verschiedene Massnahmen zur Beseitigung dieses Ausleckens vorgeschlagen. Unter anderem wurde vorgeschlagen, in Reihe geschaltete Doppelventile als Einlass- und Auslassventile zu verwenden, um das Druckdifferential längs jedes Ventils und damit die Rate und das Volumen der Leckage zu verringern. (DE-OS 30 24 300.6). Diese Vorrichtung sieht weiterhin Mittel zur Zuführung eines Teils des gereinigten Auslassgases unter Druck an den Raum zwischen jedem Paar der Serienventile vor. Obwohl dies wirkungsvolle Massnahmen zur Verhinderung einer Leckage sind, erfordern sie die Verwendung einer doppelten Anzahl von Ventilen und zugehörigen Steuerungen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur thermischen Reinigung von Abgasen zu schaffen, bei der ein Auslecken der Abgase an den Ventilen der Wärmetauscherabschnitte verhindert wird, ohne dass Doppelventile und zugehörige Steuerungen erforderlich sind sowie ein Verfahren zu deren Betrieb.

Diese Aufgabe wird durch die in den Patentansprüchen 1 und 9 angegebene Erfindung gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltung und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Bei der erfindungsgemässen Vorrichtung wird ein Teil des gereinigten Abgases aus dem Auslass an die umschaltbaren Ventile vor den Wärmetauscherabschnitten zurückgeführt, um zumindest eine Seite dieser Ventile im geschlossenen Zustand zu beaufschlagen, um zu verhindern, dass ein unge-reinigtes Abgas durch diese Ventile hindurchleckt.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels noch näher erläutert.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Reinigungsvorrichtung, und

Fig. 2 eine bruchstückhafte, teilweise geschnittene Ansicht einer Ausführungsform der Vorrichtung nach Fig. 1 entlang der Schnitlinie 2-2 in der dargestellten Richtung.

In den Zeichnungen ist eine Ausführungsform einer nach dem thermischen Regenerativverfahren arbeitenden Verbrennungsvorrichtung gezeigt, die eine Anzahl von Wärmetauscherabschnitten 16 aufweist, die unter gleichen Winkelabständen um eine in der Mitte angeordnete Verbrennungszone 18 mit einem Brenner 31 herum angeordnet sind und mit dieser in Verbindung stehen. Jeder Wärmetauscherabschnitt 16 weist ein Bett aus keramischen Wärmetauscher-elementen 16d auf, die durch vertikale perforierte Wände 16b und 16c festgehalten werden. Eine zu verbrennende Abgas- oder Abluftströmung wird über eine Einlassleitung 5 einer oberen Einlassringleitung 14 zugeführt, mit der vertikale Leitungen 15 verbunden sind, die die Abgas- oder Abluftströmung jedem der Wärmetauscherabschnitte 16 ausserhalb der Haltewand 16b zuführen. Eine entsprechende Auslassringleitung 20 ist unterhalb der oberen Einlassringleitung 14 angeordnet und mit einem Auslassgebläse 7 verbunden. Der in der Auslassringleitung 20 erzeugte Unterdruck bewirkt das Ansaugen der Abgas- oder Abluftströmung über die Ringleitung 14 durch einen oder mehrere Wärmetauscherabschnitte 16, durch die zugehörigen Wärmetauscher-elemente 16d in die eine hohe Temperatur aufweisende Verbrennungszone 18 und dann durch einen anderen Wärmetauscherabschnitt 16 hindurch zur Auslassringleitung 20 hin, wobei die gereinigte Abgas- oder Abluftströmung durch eine Leitung 9 an einen Auslass oder Kamin 6 abgegeben wird. Damit die Abgas- oder Abluftströmung über den beschriebenen Weg verläuft, ist es erforderlich, bestimmte Ventile am Einlass und Auslass der verschiedenen Wärmetauscherabschnitte 16 zu betätigen. Wenn es daher erwünscht ist, dass die Abgas- oder Abluftströmung durch den in Fig. 2 dargestellten Wärmetauscherabschnitt 16 hindurchströmt, wird das Ventil 22 geöffnet, während das Ventil 26 geschlossen ist. Gleichzeitig wird in einem anderen Wärmetauscherabschnitt 16 das Einlassventil geschlossen und das Auslassventil geöffnet. Der Kamin 6 ist mit dem Auslassgebläse verbunden, um die gereinigte Abgas- oder Abluftströmung in die Umgebung abzugeben.

Wie es weiter oben erläutert wurde, ist der bisher beschriebene Teil der Verbrennungsvorrichtungen von üblichem Aufbau, wie er allgemein in der eingangs erwähnten US-Patentschrift 3 895 918 beschrieben ist. Erfindungsgemäss ist jedoch eine weitere Ringleitung 10 ausserhalb der Wärmetauscherabschnitte 16 vorgesehen. Rohre 12 stehen mit der Ringleitung 10 und den vertikalen Leitungen 15 in Verbindung, wobei das freie Ende dieser Rohre gerade oberhalb jedes Einlassventils 22 liegt. Diese Ringleitung 10 kann beträchtlich kleiner als die Einlassringleitung 14 sein und sie steht über eine Leitung 8 mit dem Auslasskamin 6 in Verbindung. Üblicherweise ergibt sich aufgrund der Wirkung des Auslassgebläses 7 in dem gesamten System ein Unterdruck gerade oberhalb der Einlassventile 22, der beispielsweise in der Grössenordnung von -63,5 mmHg liegt. Dieser Unterdruck reicht aus, damit aus dem Kamin 6 ein gewisser Teil der gereinigten Abgas- oder Abluftströmung abgesaugt wird, der in abschirmender Weise über das Ventil 22 geleitet wird, wenn dieses geschlossen ist. Daher füllt dieses gereinigte und warme Gas oder die Abluft dauernd den Raum gerade ober-

halb des Ventils 22 aus, so dass, wenn der Unterdruck, der in der vertikalen Leitung 15 durch das Auslasssystem hervorgerufen wird, in der Lage ist, Gase durch das im geschlossenen Zustand befindliche Ventil 22 hindurchzusaugen, diese Gase durch die gereinigten Auslassgase oder die Auslassluft gebildet würden, die in den Wärmetauscher 16 ausserhalb der Wand 16b eintreten, und nicht die ungereinigte Abgas- oder Abluftströmung in dem Ring 14. Daher ist sichergestellt, dass, wenn das Einlassventil als geschlossen zu betrachten ist, keine Abgas- oder Abluftströmung von der Einlassringleitung durch die Wärmetauscherabschnitte 16 und nach unten durch das «geschlossene» Auslassventil 26, das sich in der vertikalen Verbindungsleitung 19 befindet, in die Auslassringleitung 20 gelangt.

Eine ähnliche Anordnung kann zum Spülen der Auslassventile 26 verwendet werden. Zu diesem Zweck ist eine weitere Ringleitung 28 vorgesehen, die mit Hilfe von Haltearmen 29 gehalten ist und die über vertikale Leitungen 32 mit einem Gebläse 34 verbunden ist, dessen Eingang über eine horizontale Zweigleitung 33 mit dem Kamin 6 verbunden ist. Das Gebläse 34 dient dazu, relativ heisse gereinigte Luft aus dem Kamin 6 abzusaugen und sie über einen Krümmer 35 im Bereich gerade oberhalb des Auslassventils 26 zuzuführen. Dieses Gebläse ist aufgrund der grossen Druckdifferenz erforderlich, die zwischen dem Bereich gerade oberhalb des Einlassventils 22 und gerade oberhalb des Auslassventils 26 besteht. In dem ersteren Bereich kann der Unterdruck in der Grössenordnung von  $-63,5$  mmHg liegen, während er im anderen Bereich in der Grössenordnung von beispielsweise  $-127$  oder  $-280$  mmHg liegen kann. Wenn sowohl das Einlass- als auch das Auslassventil für einen bestimmten Wärmetauscherabschnitt 16 geschlossen sind, kann sich eine gewisse restliche Abgas- oder Abluftströmung in dem Raum ausserhalb der Haltewand 16b befinden. Dadurch, dass der Bereich oberhalb des Ventils 26 mit heisser gereinigter Abluft abgeschirmt wird, wird diese gereinigte heisse Abluft und nicht die durch die verdrängte ungereinigte Abgas- oder Abluftströmung durch das «geschlossene» Auslassventil 26 in die Auslassringleitung 20 abgesaugt.

Durch die Verwendung des vorstehend beschriebenen Systems werden die nachteiligen Wirkungen des Vorbeilekzens der Abgas- oder Abluftströmung an den sich im nominell geschlossenen Zustand befindlichen Einlassventilen 22 oder Auslassventilen 26 vorbei beträchtlich verringert, weil hierbei eine beträchtlich geringere Gefahr besteht, dass eine ungereinigte Abgas- oder Abluftströmung in die Auslassring-

leitung 20 gelangen kann. Die Menge an heisser gereinigter Auslassluft, die nicht nach unten an dem geschlossenen Ventil 22 vorbeigesaugt wird, oder die Menge an heisser gereinigter und von dem Krümmer 35 gelieferte Luft, die nicht durch das nominell geschlossene Ventil 26 hindurchleckt, wird durch die Wärmetauscherbetten in die in der Mitte angeordnete Verbrennungskammer geleitet. Weil diese Menge erneut in den Verbrennungskreislauf gebracht wird, werden alle bisher noch unvollständig verbrannten Bestandteile, die in dem Auslass oder Kamin enthalten sein können, nochmals einer weiteren Verbrennung und Reinigung unterworfen. Beispielsweise kann die Reinigung um 1% vergrössert werden, wenn ungefähr 5% der Gesamtströmung an die Einheit in dieser der Ventilabschirmung dienenden Weise erneut in den Umlauf gebracht werden. Die Rückführung eines Teils dieser Auslassströmung trägt weiterhin zum thermischen Wirkungsgrad bei, weil die gereinigte Auslassströmung beträchtlich heisser ist als die übliche Abgas- oder Abluftströmung, die der Verbrennungsvorrichtung zugeführt wird.

Es können zusätzliche Mengen an gereinigter Auslassströmung zur Reinigung oder zum Spülen des Raumes in dem Wärmetauscherabschnitt 16 ausserhalb der Haltewand 16b verwendet werden, wenn die Einlass- und Auslassventile 22 bzw. 26 beide zur gleichen Zeit als geschlossen betrachtet werden. Alle restlichen Abgas- und Abluftmengen, die sich gegebenenfalls in diesem Bereich befinden können, können in wirksamer Weise dadurch herausgespült werden, dass ein Teil der gereinigten Auslassströmung in eine dritte Ringleitung 21 zurückgeführt wird, die mit dem Kamin 6 über eine horizontale Leitung 25 und mit dem Wärmetauscherabschnitt 16 über Krümmer 23 in Verbindung steht, in denen Ventile 24 angeordnet sein können.

Obwohl die Erfindung anhand des vorstehenden Ausführungsbeispiels in Form eines nach dem thermischen Regenerativverfahren arbeitenden Systems beschrieben wurde, bei dem drei oder mehr Wärmetauscherabschnitte vorgesehen sind, kann sie auch auf andere Verbrennungssysteme für Gasströmungen verwendet werden, bei denen es möglich ist, dass die ankommende Strömung eine Wärmetauscher- oder Verbrennungskammer umgeht, durch die sie normalerweise hindurchströmen sollte. In diesem Fall kann die strömungsaufwärts gelegene Seite des Einlassventils mit der gereinigten Gasströmung abgeschirmt werden, wie dies weiter oben erwähnt wurde.

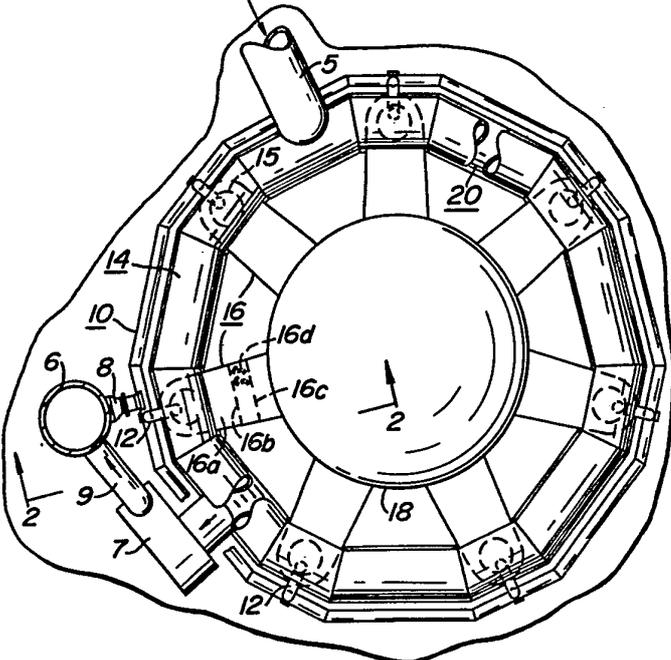


FIG. 1

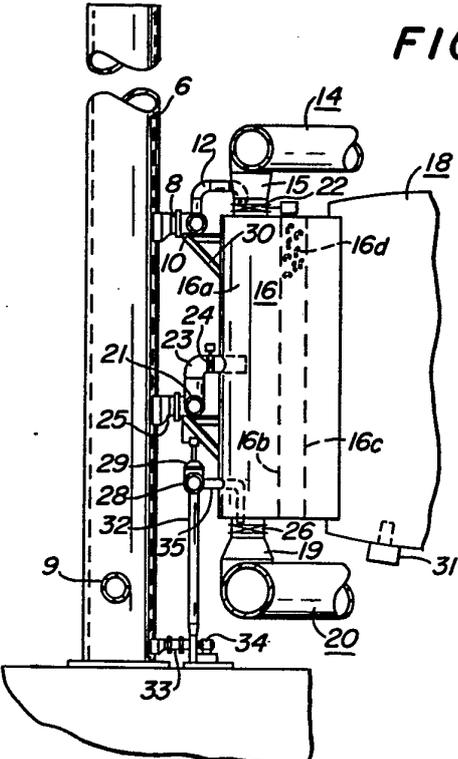


FIG. 2