

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: **89104956.1**

Int. Cl. 4: **C01B 3/38**

Anmeldetag: **20.03.89**

Priorität: **23.04.88 DE 3813863**

Anmelder: **Uhde GmbH**
Friedrich-Uhde-Strasse 15
D-4600 Dortmund 1(DE)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.89 Patentblatt 89/44

Erfinder: **Herbort, Hans-Joachim, Dipl.-Ing.**
Unnaer Strasse 65B
D-5758 Fröndenberg(DE)

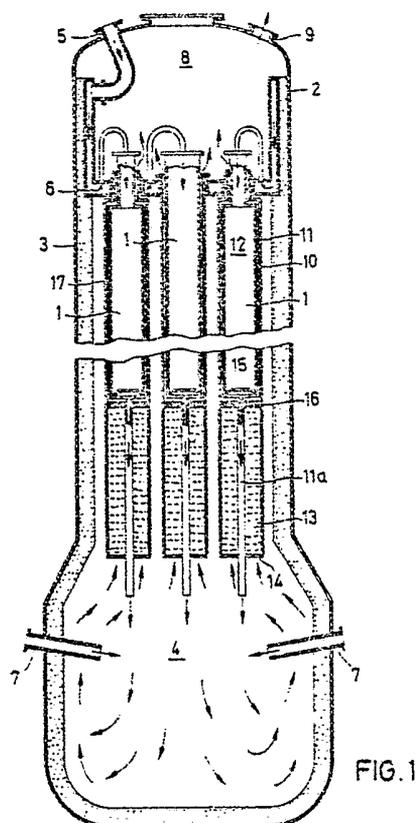
Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR GB IT NL

Vertreter: **Patentanwälte Meinke und**
Dabringhaus Dipl.-Ing. J. Meinke Dipl.-Ing. W.
Dabringhaus
Westenhellweg 67
D-4600 Dortmund 1(DE)

Einrichtung zur Aufnahme von Katalysatoren, insbesondere bei der Erzeugung von Synthesegas.

Mit einer Einrichtung zur Aufnahme von Katalysatoren, insbesondere zur Aufnahme eines Primär- und eines Sekundärkatalysators bei der Erzeugung von Synthesegas in einem autothermen Reaktor, wobei der Primärkatalysator in einer Vielzahl von parallel angeordneten Katalysatorrohren untergebracht ist, soll eine Lösung geschaffen werden, mit der insbesondere eine kompakte, optimale Bauweise möglich ist bei Gewährleistung und Aufrechterhaltung optimaler Strömungs- und Dehnungsverhältnisse unter Ausnutzung der insgesamt exotherm stattfindenden Reaktionen.

Dies wird dadurch erreicht, daß jedem Einzelrohr (11) des Primärkatalysators (12) ein eigener Sekundärkatalysator (13) zugeordnet ist und daß das Einzelrohr (11) in ein verjüngtes Führungsrohr (11a) übergeht, das den zugeordneten Sekundärkatalysator (13) lanzenförmig durchsetzt.



EP 0 339 251 A2

Einrichtung zur Aufnahme von Katalysatoren, insbesondere bei der Erzeugung von Synthesegas

Die Erfindung richtet sich auf eine Einrichtung zur Aufnahme von Katalysatoren, insbesondere zur Aufnahme eines Primär- und eines Sekundärkatalysators bei der Erzeugung von Synthesegas in einem autothermen Reformier, wobei der Primärkatalysator in einer Vielzahl von parallel angeordneten Katalysatorrohren untergebracht ist.

Es gibt eine Vielzahl von derartigen Einrichtungen, insbesondere bei autothermen Reformieren für Synthesegas, bei denen Primär- und Sekundärkatalysatoren vorgesehen sind, die in bestimmter Weise angeordnet werden, um die Energien bzw. Temperaturen der im Regelfalle insgesamt exothermen Reaktionen zu beherrschen und zu benutzen. Als Beispiele für die Anordnung, insbesondere von Primärkatalysatorrohren seien die DE-OS 36 05 811 oder die DE-OS 32 44 252 genannt. In der DE-OS 35 32 413 ist angedeutet, daß das Primärkatalysatorrohrbündel von einer Schüttung umgeben sein kann, die, von Synthesegas durchströmt, auch als Sekundärkatalysator ausgebildet sein kann.

Andere Gasführungen und Anordnungen eines Sekundärkatalysators zeigen die GB-A-2 153 382 oder die EP-A-0 242 199.

Es hat sich gezeigt, daß bekannte Lösungen noch in wesentlichen Punkten verbesserungsfähig sind, insbesondere was die Ausnutzung der jeweiligen Katalysatoren angeht, die Halterung des Sekundärkatalysators, die Optimierung der Strömungskanäle, die Dichte der Rohrbündel, die Beherrschung der thermischen Dehnungen sowie die Optimierung der Baugrößen derartiger Anlagen, die mit gattungsgemäßen Einrichtungen ausgerüstet sind.

Aufgabe der Erfindung ist daher die Schaffung einer Lösung, mit der insbesondere eine kompakte, optimale Bauweise möglich ist bei Gewährleistung und Aufrechterhaltung optimaler Strömungs- und Dehnungsverhältnisse unter Ausnutzung der insgesamt exotherm stattfindenden Reaktionen.

Mit einer Einrichtung der eingangs bezeichneten Art wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß jedem Einzelrohr des Primärkatalysators ein eigener Sekundärkatalysator zugeordnet ist und daß das Einzelrohr in ein verjüngtes Führungsrohr übergeht, das den zugeordneten Sekundärkatalysator lanzenförmig durchsetzt.

Mit der Zuordnung eines Sekundärkatalysators zu jedem Einzelrohr des Rohrbündels des Primärkatalysators wird erreicht, daß die Rohrbündel des Sekundärkatalysators ausgesprochen dicht gepackt werden können, wodurch sich eine Reduzierung der Querschnitte von Druckgefäßen ergibt, die derartige Einrichtungen aufnehmen. Neben den damit verbundenen konstruktiven Vorteilen wird auch er-

reicht, daß die Sekundärkatalysatorbereiche optimal durchströmt werden und daß dabei die thermischen Dehnungsprobleme, die ein allen Primärrohren gemeinsam zugeordneter Sekundärkatalysator mit sich bringt, nicht auftreten.

Die Zuordnung kann dabei auf unterschiedliche Weise bei grundsätzlich gleichem Prinzip verwirklicht werden. Die lanzenförmig durchsetzenden Führungsrohre können direkt als Träger für den Sekundärkatalysator dienen, wenn dieser beispielsweise als eine Außenbeschichtung dieser Führungsrohre ausgebildet ist. Eine entsprechend dichte Packung einzelner Einrichtungen nach der Erfindung führt dann zu einer optimalen Dichte des Sekundärkatalysators.

In Verbindung mit dieser Ausgestaltung oder alternativ dazu sieht die Erfindung vor, daß ein das Primärkatalysatorrohr mit Abstand umgebendes Hüllrohr zur Rückführung des Synthesegases nach dem Durchströmen des Sekundärkatalysators vorgesehen ist. Durch diese Ausgestaltung ergibt sich zwischen dem Hüllrohr und dem Primärkatalysatorrohr ein Ringspalt, der zur Führung der Rückströmung des Synthesegases genutzt wird.

Um besonders günstige Strömungsverhältnisse im Sekundärkatalysator zu erreichen, ist vorgesehen, daß zwischen dem Sekundärkatalysatorrohr und dem Führungsrohr ein wenigstens bereichsweise perforiertes Gasableitrohr zur Rückführung des Synthesegases nach dem Durchströmen durch den Sekundärkatalysator vorgesehen ist, das mit dem zwischen dem Primärkatalysatorrohr und dem Hüllrohr gebildeten Ringspalt in Verbindung steht. Durch dieses zusätzliche Gasableitrohr wird eine radiale Strömungskomponente des Gasstromes durch den Sekundärkatalysator erzielt, wodurch der Druckverlust im Sekundärkatalysator und der Wärmeverlust des Gases im Sekundärkatalysator an das Gas in den Führungsrohren verringert wird.

Eine Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß das das Primärkatalysatorrohr mit Abstand umgebende Hüllrohr über den Primärkatalysator hinausgehend verlängert und zur Aufnahme des jeweils zugeordneten Sekundärkatalysators ausgebildet ist. Diese Ausgestaltung hat besondere konstruktive Vorteile, da das ohnehin vorhandene Hüllrohr einer zusätzlichen Funktion zugeführt wird, nämlich derjenigen als Containment für den Sekundärkatalysator zu dienen.

Zweckmäßig ist es, wenn im Bereich des stirnseitigen freien Endes des den Sekundärkatalysator umgebenden Hüllrohres Eintrittsöffnungen für das Synthesegas vorgesehen sind, wobei diese Eintrittsöffnungen z.B. direkt in der Stirnseite vorgesehen sein können und/oder aber im Zylinder der Mantel-

bereich in unmittelbarer Nähe der Stirnseite.

Eine alternative Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß am freien Ende des Hüllrohres zur Aufnahme des Sekundärkatalysators ein Sekundärkatalysatorrohr mit Eintrittsöffnungen für das Synthesegas angeordnet ist. Durch dieses zusätzliche Rohr zur Aufnahme des Sekundärkatalysators können durch entsprechende geometrische Abmessungen dieses Rohres unabhängig vom Hüllrohr je nach Bedarfsfall entsprechende Sekundärkatalysatorvolumina untergebracht werden.

Besonders zweckmäßig ist es, wenn die Eintrittsöffnungen in den beiden Endbereichen des Sekundärkatalysatorrohres und die Perforationen des Gasableitrohres im Mittelbereich desselben ausgebildet sind. Dadurch wird nämlich bewirkt, daß sich der in den Sekundärkatalysator eintretende Gasstrom in zwei Teilströme aufteilt, wodurch sich die Strömungsgeschwindigkeit bei gleicher Verweilzeit im Katalysator im wesentlichen halbiert und die Druckverluste verringert werden.

Um einen größeren Raum für den Sekundärkatalysator zur Verfügung zu stellen, kann vorgesehen sein, daß der Durchmesser des Sekundärkatalysatorrohres größer als der Durchmesser des Hüllrohres ausgebildet ist.

Es ist weiterhin sehr zweckmäßig, wenn das Sekundärkatalysatorrohr ausbaubar am Hüllrohr montiert ist. Zum Auswechseln des Sekundärkatalysators braucht dann lediglich das Sekundärkatalysatorrohr ohne sonstige Maßnahmen abgenommen zu werden.

Zweckmäßige konstruktive Ausgestaltungen bestehen im Vorsehen eines Katalysatorträgers für den Primärkatalysator und eines solchen für den Sekundärkatalysator sowie im Vorsehen von Siebelementen, wobei jede einzelne Einrichtung aus Hüllrohr und Primärkatalysatorrohr ausbaubar an einem Rohrboden montiert sein kann oder in einer weiteren Ausgestaltung die hängende Bauweise in einem Rohrboden bevorzugt vorgesehen ist, ohne daß die Erfindung hierauf beschränkt wäre. D.h., die erfindungsgemäßen Einrichtungen können grundsätzlich jede Lage einnehmen, neben hängend können sie ebenso in stehender Bauweise angeordnet sein.

Die Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Diese zeigt in:

Fig. 1 einen Schnitt durch einen Synthesegasreaktor mit hängenden Reformerrohren in vereinfachter Wiedergabe,

Fig. 2 ebenfalls in einem Schnitt einen Synthesegasreaktor nach einer abgewandelten Ausführungsform, Fig. 3 in vergrößerter Darstellung eine Einrichtung zur Aufnahme der Katalysatoren gemäß Fig. 2 und

Fig. 4 eine abgewandelte Einrichtung zur Aufnahme der Katalysatoren.

Ein mit allgemein mit 1 bezeichneten Einrichtungen nach der Erfindung ausgerüsteter Reaktor 2 besteht aus einem oberen Reformerteil 3 und einem unteren Oxidationsbereich 4, wobei der Reformerteil von einer Vielzahl von erfindungsgemäßen Einrichtungen 1, d.h. einem Rohrbündel gebildet ist.

Der Vollständigkeit halber ist noch ein Eintrittsstutzen 5 für wenigstens eine Teilmenge von Kohlenwasserstoffhaltigem Dampf angegeben, der über einen als Hohlkörper ausgebildeten Rohrboden 6 den einzelnen Einrichtungen 1 zugeführt wird.

Im Oxidationsteil 4 sind Zuführleitungen 7 vorgesehen für weitere Medien, etwa Oxidationsmittel oder weitere Teilmengen von Kohlenwasserstoffhaltigen Gasen oder dgl. Im Bereich eines oberen Gerätedomes 8 ist ein Auslaßstutzen 9 für das Synthesegas angedeutet, die wesentlichen Gasströmungen sind durch kleine Pfeile wiedergegeben, worauf es hier nicht näher ankommt.

Die allgemein mit 1 bezeichneten Einrichtungen gemäß der Ausführungsform nach Fig. 1 sind als bereichsweise doppelwandige Rohre gestaltet mit einem äußeren Hüllrohr 10, welches im wesentlichen die Gesamtlänge der Einrichtung 1 ausmacht und einem inneren, bereichsweise vorgesehenen Rohr 11, welches den Primärkatalysator, mit 12 bezeichnet, umgibt und welches sich im dargestellten Beispiel im unteren Bereich lanzenförmig verjüngt. Dieser lanzenförmige Teil ist mit 11a bezeichnet.

Der lanzenförmige Teil 11a durchsetzt innen einen Sekundärkatalysator 13, der vom Hüllrohr 10 vollständig umgeben ist, wobei die Lanze 11a nach unten in den Oxidationsraum 4 über das Hüllrohr 10 hinausragend ausgebildet ist. Die mit 14 bezeichnete Stirnseite des Hüllrohres 10 weist Eintrittsöffnungen für das den Oxidationsraum 4 verlassende Gas auf und dient gleichzeitig als Katalysatorträger für den Sekundärkatalysator 13.

Im Übergangsbereich des den Primärkatalysator umgebenden Rohres 11 zum lanzenförmigen Rohrteil 11a ist ein siebförmiger Katalysatorträger 15 vorgesehen, um den Primärkatalysator 12 dort zu halten. Außen, aber noch innerhalb des Hüllrohres 10 ist in diesem Bereich eine Siebplatte 16 vorgesehen, die im dargestellten Beispiel den oberen Abschluß des Sekundärkatalysators 13 bildet, derart, daß das diesen Sekundärkatalysator 13 durchströmende Gas in den mit 17 bezeichneten Ringspalt zwischen Hüllrohr 10 und Primärkatalysatorrohr 11 einströmen kann, um in den Dombereich 8 durch den Rohrboden 6 hindurchgelangen zu können.

Fig. 2 zeigt eine abgewandelte Ausführungs-

form, wobei gleiche Bezugszeichen wie in Fig. 1 verwandt sind, sofern gleiche oder sich entsprechende Funktionsteile bezeichnet sind. Im Unterschied zur Ausführungsform nach Fig. 1 ist das das Primärkatalysatorrohr 11 umschließende Hüllrohr 10 nicht über dieses hinaus verlängert, sondern ist etwa gleichlang ausgebildet. Zur Aufnahme des Sekundärkatalysators 13 ist anstelle dessen ein Sekundärkatalysatorrohr 19 am freien Ende des Hüllrohres 10 abnehmbar angeordnet, wie dies auch aus Fig. 3 hervorgeht.

Das Sekundärkatalysatorrohr 19 weist einen größeren Durchmesser als das Hüllrohr 10 auf, so daß ein entsprechend großes Volumen für den Sekundärkatalysator 13 zur Verfügung steht. Zum freien Ende hin ist das Sekundärkatalysatorrohr 19 mit einem lösbaren, den Sekundärkatalysator 13 tragenden Boden 20 abgeschlossen, dieser Boden 20 könnte selbstverständlich auch einteilig am Sekundärkatalysatorrohr 19 angeformt sein. Im ringförmigen Spalt zwischen dem Boden 20 und dem lanzenförmigen Rohr 11a ist ein Dichtelement 21 angeordnet.

Das Sekundärkatalysatorrohr 19 ist über eine lösbare Verbindung 22 lösbar am Hüllrohr 10 befestigt, so daß es zum Auswechseln des Sekundärkatalysators 13 ohne Schwierigkeiten abgenommen werden kann, ohne daß dazu die gesamte Einrichtung abgebaut werden muß. Zum Einströmen des Synthesegases weist das Sekundärkatalysatorrohr 19 in seinem Wandbereich Eintrittsöffnungen auf, durch die das Synthesegas im wesentlichen radial von außen nach innen zu einem perforierten Gasableitrohr 18 strömt. Dieses Gasableitrohr 18 ist zwischen dem Sekundärkatalysator 13 und dem Führungsrohr 11a angeordnet und steht mit dem zwischen dem Hüllrohr 10 und dem Primärkatalysatorrohr 11 gebildeten Ringspalt 17 in Verbindung. Das Synthesegas strömt somit durch die Perforationen des Gasableitrohres 18 in den Ringspalt zwischen Gasableitrohr 18 und Führungsrohr 11a und von dort nach oben in den Ringspalt 17.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform der Einrichtungen 1, wobei dieselben Bezugszeichen wie in Fig. 2 und 3 verwandt sind. Das Sekundärkatalysatorrohr 19 weist bei dieser Ausführungsform im Wandbereich keine Eintrittsöffnungen auf, vielmehr sind im Boden 20 sowie im Bereich der Verbindung 22 zwischen Hüllrohr 10 und Sekundärkatalysatorrohr 19 Eintrittsöffnungen vorgesehen. Das Gasableitrohr 18 ist lediglich bis in den Mittelbereich des Sekundärkatalysators 13 ausgebildet, wobei dessen Eintrittsöffnungen nur im Mittelbereich des Sekundärkatalysators 13 vorgesehen sind.

Der Synthesegasstrom wird durch diese Ausführungsform in etwa zwei gleichgroße Teilströme aufgespalten, die entweder von unten durch den

Boden 20 oder von oben durch den Bereich der Verbindung 22 in den Sekundärkatalysator 13 eintreten und dann durch die Perforationen im Gasableitrohr 18 aus diesem wieder austreten, wodurch entsprechend geringere Druckverluste und geringere Strömungsgeschwindigkeiten erreicht werden.

Natürlich ist die Erfindung nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt, vielmehr sind weitere Ausgestaltungen möglich, ohne den Grundgedanken zu verlassen. So ist die Erfindung, wie weiter oben bereits angedeutet, insbesondere nicht auf die hier abgebildete und beschriebene hängende Bauweise der Einrichtungen 1 oder die Art und Anordnung der Führungslanzen 11a innerhalb der jeweils individuell zugeordneten Sekundärkatalysatoren 13 beschränkt und dgl. mehr. Auch ist es z.B. möglich, die Rohre 18, 19 durch Drahtgewebe zu ersetzen oder auf das Rohr 19 vollständig zu verzichten, wenn ein Katalysator verwendet wird, der am Rohr 18 befestigt werden kann.

Ansprüche

1. Einrichtung zur Aufnahme von Katalysatoren, insbesondere zur Aufnahme eines Primär- und eines Sekundärkatalysators bei der Erzeugung von Synthesegas in einem autothermen Reformier, wobei der Primärkatalysator in einer Vielzahl von parallel angeordneten Katalysatorrohren untergebracht ist,

dadurch gekennzeichnet, daß jedem Einzelrohr (11) des Primärkatalysators (12) ein eigener Sekundärkatalysator (13) zugeordnet ist und daß das Einzelrohr (11) in ein verjüngtes Führungsrohr (11a) übergeht, das den zugeordneten Sekundärkatalysator (13) lanzenförmig durchsetzt.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein das Primärkatalysatorrohr (11) mit Abstand umgebendes Hüllrohr (10) zur Rückführung des Synthesegases nach dem Durchströmen des Sekundärkatalysators (13) vorgesehen ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Sekundärkatalysatorrohr (13) und dem Führungsrohr (11a) ein wenigstens bereichsweise perforiertes Gasableitrohr (18) zur Rückführung des Synthesegases nach dem Durchströmen durch den Sekundärkatalysator (13) vorgesehen ist, das mit dem zwischen dem Primärkatalysatorrohr (11) und dem Hüllrohr (10) gebildeten Ringspalt (17) in Verbindung steht.

4. Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß das das Primärkatalysatorrohr (11) mit Abstand

umgebende Hüllrohr (10) über den Primärkatalysator (12) hinausgehend verlängert und zur Aufnahme des jeweils zugeordneten Sekundärkatalysators (13) ausgebildet ist.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des stirnseitigen freien Endes (14) des den Sekundärkatalysator (13) umgebenden Hüllrohres (10) Eintrittsöffnungen für das Synthesegas vorgesehen sind.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß am freien Ende des Hüllrohres (10) zur Aufnahme des Sekundärkatalysators (13) ein Sekundärkatalysatorrohr (19) mit Eintrittsöffnungen für das Synthesegas angeordnet ist.

7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintrittsöffnungen in den beiden Endbereichen des Sekundärkatalysatorrohres (19) und die Perforationen des Gasableitrohres (18) im Mittelbereich desselben ausgebildet sind.

8. Einrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Sekundärkatalysatorrohres (19) größer als der Durchmesser des Hüllrohres (10) ausgebildet ist.

9. Einrichtung nach Anspruch 6 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß das Sekundärkatalysatorrohr (19) ausbaubar am Hüllrohr (10) montiert ist.

10. Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß im Übergangsbereich vom Primärkatalysator (12) zum verjüngten, den Sekundärkatalysator (13) durchsetzenden Führungsrohr (11a) ein Katalysatorträger (15) vorgesehen ist.

11. Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß am freien Ende des Hüllrohres (10) bzw. des Sekundärkatalysatorrohres (19) ein Katalysatorträger (14 bzw. 20) vorgesehen ist.

12. Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß im Übergangsbereich des Sekundärkatalysators (13) zum Ringspalt (17) zwischen Hüllrohr (10) und dem Primärkatalysatorrohr (11) ein Siebelement (16) vorgesehen ist.

13. Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Hüllrohr (10) und jedes Primärkatalysatorrohr (11) ausbaubar an einem Rohrboden (6) montiert ist.

14. Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Hüllrohr (10) und jedes Primärkatalysatorrohr (11) hängend an einem gemeinsamen Rohrboden (6) in einem Druckgefäß (2) angeordnet ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

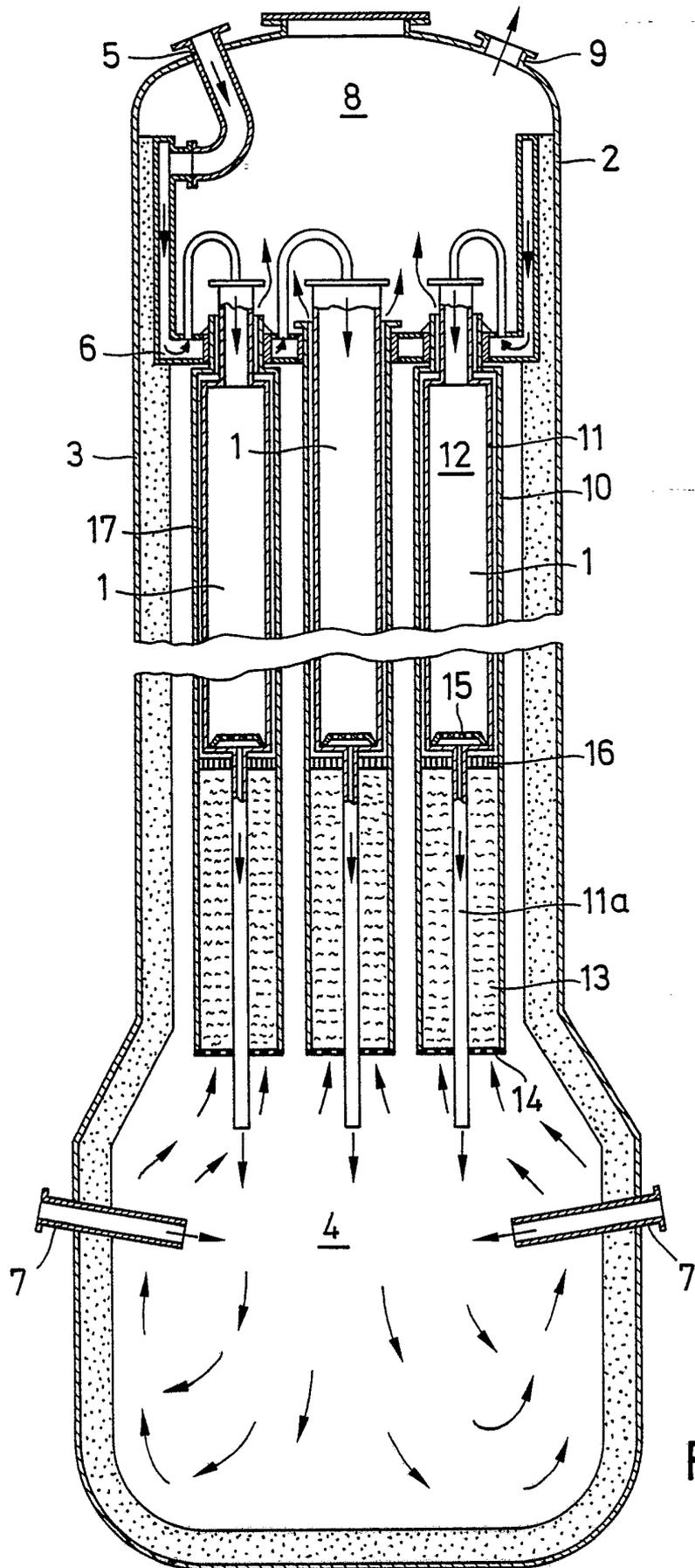
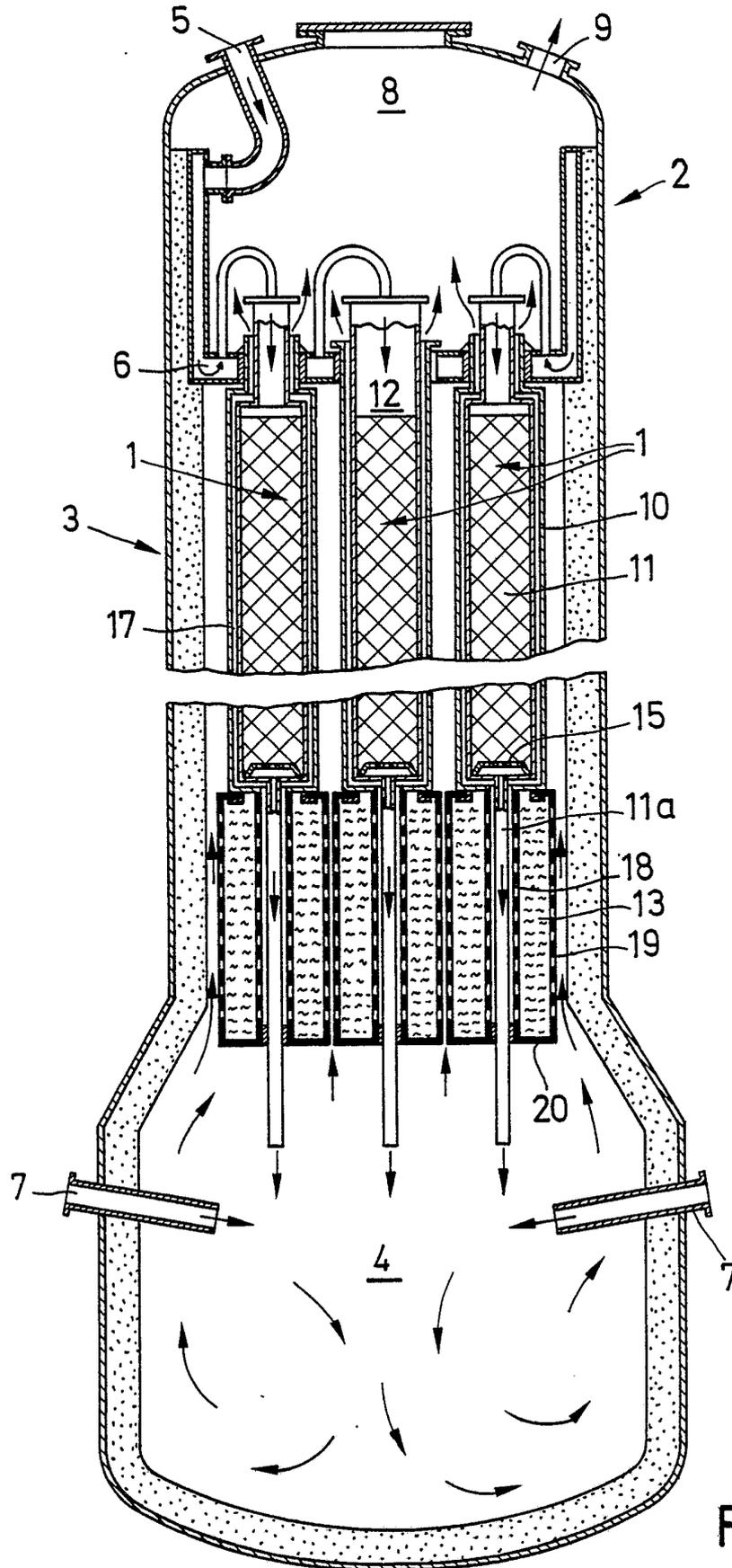


FIG. 1



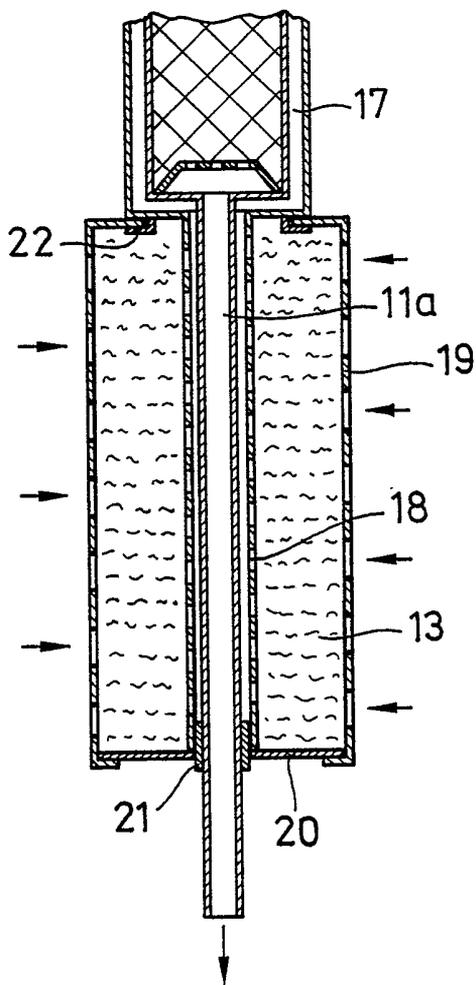
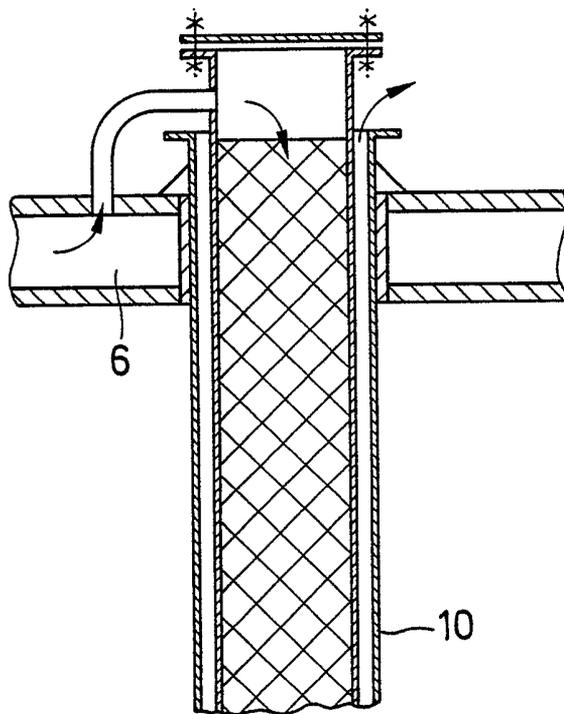


FIG. 3

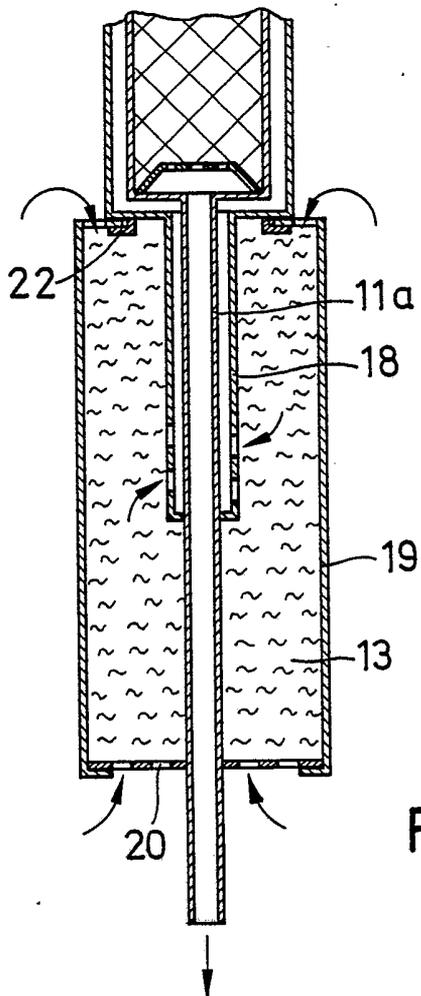
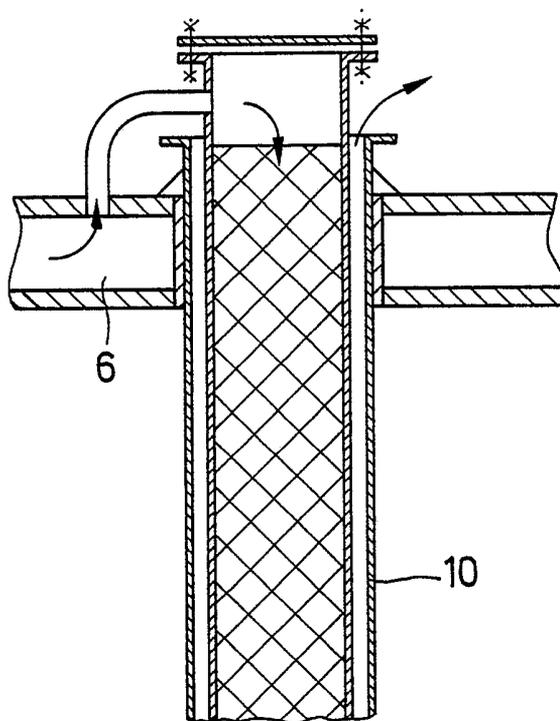


FIG. 4