



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 292 010 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1  
Patentgesetz der DDR  
vom 27.10.1983  
in Übereinstimmung mit den entsprechenden  
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) C 09 C 1/54

## DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

|      |                                                                                                                                                                                     |      |          |      |          |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|------|----------|
| (21) | DD C 09 C / 337 786 8                                                                                                                                                               | (22) | 12.02.90 | (44) | 18.07.91 |
| (31) | P3904330.4                                                                                                                                                                          | (32) | 14.02.89 | (33) | DE       |
| (71) | siehe (73)                                                                                                                                                                          |      |          |      |          |
| (72) | Kotzian, Michael, Dr. Dipl.-Chem.; Gauß, Michael, Dr. Dipl.-Ing.; Pottkämper, Siegfried, Dr. Dipl.-Chem.;<br>Behringer, Hartmut, Dr. Dipl.-Chem.; Heymer, Gero, Dr. Dipl.-Chem., DE |      |          |      |          |
| (73) | Hoechst AG, W - Frankfurt (Main) 80, DE                                                                                                                                             |      |          |      |          |

(54) Acetylenruß, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zu seiner Herstellung

(55) Acetylenruß-Herstellung; Zersetzung, thermisch, Acetylen; Spaltrohr; Acetylenzufuhr, oben angeordnet;  
Gasaustritte; Ringschlitzdüse; Bohrlöcher

(57) Die Erfindung betrifft Acetylenruß und ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zu seiner Herstellung. Es wird Acetylenruß mit einem Phosphorgehalt von 0,1 bis 5 ppm, einem Schwefelgehalt von 0,1 bis 5 ppm, einem spezifischen elektrischen Widerstand von 0,45 bis 0,80  $\Omega \cdot \text{cm}$  bei einem Druck von 0,63 MPa, einem mittleren Teilchendurchmesser von 35 bis 40 nm, einer Dicke der graphitischen Schichtebenenpakete  $L_c$  von 4 bis 10 nm, einer Absorptionszahl von 40 bis 47 ml/5 g Ruß, einer Oberfläche gemäß BET-Methode von 40 bis 100  $\text{m}^2/\text{g}$ , einer „Freien Feuchte“ von 550 bis 650 mV nach 5 Minuten Naßmischzeit und von 600 bis 700 mV nach 10 Minuten Naßmischzeit angegeben. Bei dem Verfahren zur Herstellung von Acetylenruß durch thermische Zersetzung von Acetylen wird an der Innenwand des Spaltrohres ein Inertgasstrom periodisch von oben nach unten und/oder von unten nach oben vorbeigeblasen. Die Vorrichtung zur Herstellung des Acetylenrußes besteht aus einem Spaltrohr mit oben angeordneter Acetylenzufuhr und einer oder zwei Inertgaszuführungen, die an der Innenwand des Spaltrohres über den gesamten inneren Umfang des Spaltrohres angeordnet sind. Die Inertgaszuführungen haben Gasaustritte in Form einer Ringschlitzdüse oder von Bohrlöchern.

#### Patentansprüche:

1. Acetylenruß, **gekennzeichnet durch** einem Phosphorgehalt von 0,1 bis 5 ppm, einem Schwefelgehalt von 0,1 bis 5 ppm, einem spezifischen elektrischen Widerstand von 0,45 bis  $0,60 \Omega \cdot \text{cm}$  bei einem Druck von 0,63 MPa, einem mittleren Teilchendurchmesser von 35 bis 40 nm, einer Dicke der graphitischen Schichtebenenpakete  $L_c$  von 4 bis 10 nm, einer Absorptionszahl von 40 bis 47 ml/5 g Ruß, einer Oberfläche gemäß BET-Methode von 40 bis  $100 \text{ m}^2/\text{g}$ , einer „Freien Feuchte“ von 550 bis 650 mV nach 5 Minuten Naßmischzeit und von 600 bis 700 mV nach 10 Minuten Naßmischzeit.
2. Acetylenruß nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine Oberfläche gemäß BET-Methode von 50 bis  $75 \text{ m}^2/\text{g}$ .
3. Verfahren zur Herstellung von Acetylenruß durch thermische Zersetzung von Acetylen, das am Kopf eines Spaltrohres eingeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß man an der Innenwand des Spaltrohres einen Inertgasstrom periodisch von oben nach unten und/oder von unten nach oben vorbeibläst.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß man als Inertgas Stickstoff, Wasserstoff, Edelgas, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid oder Gemische dieser Gase verwendet.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß man periodisch 0,1 bis 10 s lang mit einem Inertgasstrom bläst und danach über einen Zeitraum von 0,1 bis 1 h kein Inertgas einbläst.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß man periodisch 0,5 bis 2 s lang mit einem Inertgasstrom bläst und danach über einen Zeitraum von 0,4 bis 0,6 h kein Inertgas einbläst.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß man den Inertgasstrom aus Düsen oder Bohrlöchern bläst und das Gas aus den Düsen oder Bohrlöchern mit einer Geschwindigkeit von 100 bis 300 m/s ausströmt.
8. Vorrichtung zur Herstellung von Acetylenruß, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie besteht aus einem Spaltrohr (1) mit oben angeordneter Acetylenzufuhr (2) und einer oder zwei Inertgaszuführungen (4), die an der Innenwand des Spaltrohres (1) über den gesamten inneren Umfang des Spaltrohres (1) angeordnet sind und Gasaustritte in Form einer Ringschlitzdüse (6a) oder von Bohrlöchern (5) haben.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Inertgaszuführung unterhalb des Deckels (6) angeordnet ist und die Gasaustritte parallel zur Innenwand des Spaltrohres nach unten geöffnet sind.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Inertgaszuführung im Abstand von 0,5 bis 1,5 m unterhalb des Deckels (6) angeordnet ist und die Gasaustritte parallel zur Innenwand des Spaltrohres nach oben geöffnet sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Inertgaszuführung unterhalb des Deckels (6) angeordnet ist und diese Gasaustritte parallel zur Innenwand des Spaltrohres nach unten geöffnet sind und eine zweite Inertgaszuführung im Abstand von 0,5 bis 1,5 m unterhalb des Deckels (6) angeordnet ist und diese Gasaustritte parallel zur Innenwand des Spaltrohres nach oben geöffnet sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die offene Gasaustrittsfläche 50 bis  $1000 \text{ mm}^2$  pro m Inertgaszuführung beträgt.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die offene Gasaustrittsfläche aus Bohrlöchern (5) mit 1 bis 5 mm Durchmesser besteht und die einzelnen Bohrlöcher (5) einen Abstand von 2 bis 50 mm haben.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

#### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft Acetylenruß, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zu seiner Herstellung. Leitfähige Ruße, insbesondere Acetylenruße, werden in steigenden Mengen zur Trockenbatterie-Herstellung benötigt. Hierbei ist der Hersteller der Trockenbatterien auf eine stets gleichbleibende Rußqualität angewiesen, da seine Rezeptur für die Trockenbatterie-Herstellung auf die eingesetzte Rußqualität abgestimmt ist, um eine gute, gleichbleibende Trockenbatterie-Qualität garantieren zu können.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bei der Beurteilung der Rußqualität für den Einsatz in Trockenbatterien sind die elektrische Leitfähigkeit und die Flüssigkeitsaufnahmefähigkeit besonders wichtige Kriterien. Die Flüssigkeitsaufnahmefähigkeit des Rußes ist ein wichtiger Parameter für die Bereitung der Kathodenmasse für Trockenbatterien. Diese hängt von den Primärteilchen und in besonderer Weise von der Sekundärstruktur, d. h. seiner dreidimensionalen Kettenstruktur ab. Die elektrische Leitfähigkeit des Rußes ist insbesondere an die Ausprägung und Größe der kristallinen Bereiche mit Graphitstruktur gebunden. Ein Maß dafür ist der  $L_c$ -Wert, der die mittlere Dicke der kristallinen Bereiche mit Graphitstruktur in Richtung der kristallographischen c-Achse angibt. In der GB-2066228A wird ein Verfahren und in der GB-2066229A wird eine Vorrichtung zur Herstellung von Acetylenruß beschrieben. Bei der Herstellung von Acetylenruß gemäß dem Stand der Technik kann wegen Ruß-Anbackungen an der Innenwand des Spaltrohres keine zeitlich gleichbleibende Ruß-Qualität erhalten werden. Die Ruß-Anbackungen auf der Innenwand des Spaltrohres werden schließlich so dick, daß zur Reinigung der Innenwand von den Ruß-Anbackungen die Produktion unterbrochen werden muß.

## Ziel der Erfindung

Durch die Erfindung wird Acetylenruß, der für die Herstellung von Trockenbatterien geeignet ist, und ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Herstellung dieses Acetylenrußes in stets gleichbleibender Qualität zur Verfügung gestellt.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Es war daher die Aufgabe gestellt, einen für die Herstellung von Trockenbatterien geeigneten Acetylenruß zu gewinnen und ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Herstellung dieses Acetylenrußes in stets gleichbleibender Qualität anzugeben. Produktionsunterbrechungen wegen Ruß-Anbackungen an der Innenwand des Spaltrohres sollen weitgehend verhindert werden.

Gegenstand der Erfindung ist demgemäß ein Acetylenruß mit einem Phosphorgehalt von 0,1 bis 5 ppm, einem Schwefelgehalt von 0,1 bis 5 ppm, einem spezifischen elektrischen Widerstand von 0,45 bis 0,60  $\Omega \cdot \text{cm}$  bei einem Druck von 0,63 MPa, einem mittleren Teilchendurchmesser von 35 bis 40 nm, einer Dicke der graphitischen Schichtebenenpakete  $L_c$  von 4 bis 10 nm, einer Absorptionszahl von 40 bis 47 ml/5 g Ruß, einer Oberfläche gemäß BET-Methode von 40 bis 100  $\text{m}^2/\text{g}$ , insbesondere von 50 bis 75  $\text{m}^2/\text{g}$ , einer „Freien Feuchte“ von 550 bis 650 mV nach 5 Minuten Naßmischzeit und von 600 bis 700 mV nach 10 Minuten Naßmischzeit.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung von Acetylenruß durch thermische Zersetzung von Acetylen, das am Kopf eines Spaltrohres eingeführt wird, daß dadurch gekennzeichnet ist, daß man an der Innenwand des Spaltrohres einen Inertgasstrom periodisch von oben nach unten und/oder von unten nach oben vorbeibläst.

Das Verfahren gemäß der Erfindung kann weiterhin wahlweise auch noch dadurch ausgestaltet sein, daß man

- als Inertgas Stickstoff, Wasserstoff, Edelgas, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid oder Gemische dieser Gase verwendet;
- periodisch 0,1 bis 10 s lang mit einem Inertgasstrom bläst und danach über einen Zeitraum von 0,1 bis 1 h kein Inertgas einbläst;
- periodisch 0,5 bis 2 s lang mit einem Inertgasstrom bläst und danach über einen Zeitraum von 0,4 bis 0,6 h kein Inertgas einbläst;
- den Inertgasstrom aus Düsen oder Bohrlöchern bläst und das Gas aus den Düsen oder Bohrlöchern mit einer Geschwindigkeit von 100 bis 300 m/s ausströmt.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Herstellung von Acetylenruß in einem Spaltrohr mit oben angeordneter Acetylenzufuhr und einer oder zwei Inertgaszuführungen, die an der Innenwand des Spaltrohres über den gesamten inneren Umfang des Spaltrohres angeordnet sind und Gasaustritte in Form einer Ringschlitzdüse oder von Bohrlöchern haben.

Diese Vorrichtung kann auch noch wahlweise dadurch ausgebildet sein, daß

- eine Inertgaszuführung unterhalb des Deckels angeordnet ist und die Gasaustritte parallel zur Innenwand des Spaltrohres nach unten geöffnet sind;
- eine Inertgaszuführung im Abstand von 0,5 bis 1,5 m unterhalb des Deckels angeordnet ist und die Gasaustritte parallel zur Innenwand des Spaltrohres nach oben geöffnet sind;
- eine Inertgaszuführung unterhalb des Deckels angeordnet ist und diese Gasaustritte parallel zur Innenwand des Spaltrohres nach unten geöffnet sind und eine zweite Inertgaszuführung im Abstand von 0,5 bis 1,5 m unterhalb des Deckels angeordnet ist und diese Gasaustritte parallel zur Innenwand des Spaltrohres nach oben geöffnet sind;
- die offene Gasaustrittsfläche 50 bis 1000  $\text{mm}^2$  pro m Inertgaszuführung beträgt;
- die offene Gasaustrittsfläche aus Bohrlöchern mit 1 bis 5 mm Durchmesser besteht und die einzelnen Bohrlöcher einen Abstand von 2 bis 50 mm haben;

Die Charakterisierung des Acetylenrußes erfolgt nach folgenden Vorschriften:

- Mittlerer Teilchendurchmesser  
Der mittlere Teilchendurchmesser wird mit Hilfe des Elektronenmikroskops bestimmt.
- Spezifischer elektrischer Widerstand  
Der Ruß wird ohne eine weitere Vorbehandlung in ein nichtleitendes zylindrisches Rohr eingefüllt, das am unteren Ende mit einem vergoldeten, metallischen Stöpsel verschlossen ist. Dieser Stöpsel stellt die eine Elektrode dar. Auf den Ruß wird ein vergoldeter Metallzylinder als zweite Elektrode gelegt. Der Zylinder wird so belastet, daß ein Druck von 0,63 MPa auf der Unterseite des Zylinders entsteht. Die Höhe der Rußsäule soll 1,5 cm betragen. Der elektrische Widerstand der Rußsäule wird mit einer Wheatstoneschen Brückenschaltung nach der Gleichung

$$\varphi = R \frac{F}{l}$$

berechnet, worin  $\varphi$  für den spezifischen Widerstand in  $\Omega \cdot \text{cm}$ ,  $R$  für den Widerstand in  $\Omega$ ,  $F$  für den Querschnitt der Rußsäule in  $\text{cm}^2$  und  $l$  für die Höhe der Rußsäule in  $\text{cm}$  stehen.

3) Absorptionszahl (AS-Zahl)

Die AS-Zahl gibt diejenige Menge eines Wasser/Aceton-Gemisches (9:1) in  $\text{cm}^3$  an, die erforderlich ist, um in einem Rundkolben aus 5 g Ruß eine einzige Kugel zu formen.

4) Freie Feuchte nach 5 und 10minütiger Naßmischzeit

Bei der Herstellung der Kathodenmasse, z. B. aus 168 g Ruß, 1 400 g Naturbraunstein, 360 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 20 g  $\text{ZnO}$  und 575 g 23,5gewichtsprozentiger  $\text{ZnCl}_2$ -Lösung, in einem Planetenrührwerk wird die Sekundärstruktur des Rußes durch die mechanische Beanspruchung im Mischer teilweise zerstört bzw. verändert. Als Maß für die verbleibende Flüssigkeitsaufnahmefähigkeit nach 5 und 10 min Naßmischzeit wird die „Freie Feuchte“ herangezogen. Diese Größe ist die Spannung in mV, die über einen  $10 \Omega$  Fixwiderstand zwischen einer Zinkplatte und 4 g der zu messenden Kathodenmasse auf einer Fläche von  $5,4 \text{ cm}^2$  und unter dem Druck eines 6 kg schweren Gewichtes gemessen wird. Je höher die Absorptionszahl und je stabiler die Rußstruktur ist, umso weniger Feuchtigkeit wird durch das Anode und Kathode trennende Fließpapier gedrückt und umso niedriger ist die „Freie Feuchte“.

5)  $L_c$ -Wert

Der  $L_c$ -Wert wird aus den Ergebnissen einer Röntgendiffraktometer-Aufnahme mit  $\text{CuK}_\alpha$ -Strahlung berechnet.

$$L_c = \frac{K}{\cos \Theta_m \cdot \Theta^{1/2}} \text{ nm}$$

$K$  Konstante, die alle Umrechnungsfaktoren enthält: 78,621384

$\Theta_m$  Bandenmaximum in Grad

$\Theta^{1/2}$  Halbwertsbreite bei  $1/2 \Theta_m$  in Grad

#### Ausführungsbeispiele

In den beigefügten Zeichnungen ist eine Vorrichtung zur Herstellung von Acetylenruß schematisch im Schnitt dargestellt, und zwar zeigt

Fig. 1: einen Schnitt durch die Mittelachse des Spaltrohres,

Fig. 2: eine Draufsicht auf das Spaltrohr,

Fig. 3: einen Schnitt durch die obere Spaltrohrwand mit Inertgaszuführung.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird anhand der Zeichnungen erläutert:

Die Inertgaszuführung besteht aus dem Druckrohr 7 mit dem Inertgasstutzen 8, den Verteilerrohren 4 und der Ringschlitzdüse 3 mit dem Ringschlitz 5 a oder dem Lochkranz 3 mit den Bohrungen 5. Die Inertgaszuführung ist nahe der Innenwand des Spaltrohres 1 angeordnet. Das Spaltrohr 1 ist oben verschlossen von dem Deckel 6, der seinerseits von der Acetylenzufuhr 2 durchdrungen ist.

In Figur 3 ist ein Schnitt durch eine besonders günstige Anordnung der Inertgaszuführung gezeigt. Anstelle des gezeichneten Lochkranzes 3 mit den Bohrungen 5 kann durch Einfräsen eines Ringspaltes 5 a eine Ringschlitzdüse 3 als Inertgaszuführung ausgebildet sein.

#### Beispiel

Über die Acetylenführung werden  $50 \text{ Nm}^3/\text{h}$  Acetylen in das heiße Spaltrohr eingeführt. Über eine Inertgaszuführung wird periodisch Stickstoff eingeblasen. Die Inertgaszuführung ist gemäß der Figur 3 als Lochkranz mit Bohrungen ausgeführt. Der Durchmesser des Lochkranzes beträgt 840 mm. Der Lochkranz besteht aus 145 im Abstand von 15 mm angeordneten Bohrungen mit je 3,15 mm Durchmesser. Aus der Gesamtfläche der Bohrungen errechnet sich ein freier Querschnitt von  $1130 \text{ mm}^2$ . Die periodische Blasephase der Stickstoffzuführung beträgt 1 s.

Die Blasephase wird unterbrochen von einer 0,5 h dauernden Ruhepause, in der kein Stickstoff eingeblasen wird.

Der produzierte Acetylenruß hatte folgende Parameter, die sich über einen Zeitraum von 6 Wochen nur unwesentlich veränderten:

|                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| elektrischer Widerstand (6,3 bar): | 0,51 $\Omega \cdot \text{cm}$ |
| mittlerer Teilchendurchmesser:     | 36 nm                         |
| Absorptionszahl:                   | 45 ml/5 g Ruß                 |
| $L_c$ -Wert:                       | 7 nm                          |
| BET-Oberfläche:                    | 55 $\text{m}^2/\text{g}$      |
| Freie Feuchte (5 min):             | 590 mV                        |
| Freie Feuchte (10 min):            | 630 mV                        |
| Phosphorgehalt:                    | 3 ppm                         |
| Schwefelgehalt:                    | 2 ppm                         |

Die Innenwand des Spaltrohres war nach 6 Wochen nur mit geringen Ruß-Anbackungen belegt. Diese geringen Ruß-Anbackungen waren kein Grund für eine Innenwandinspektion des Spaltrohres oder dessen Reinigung.

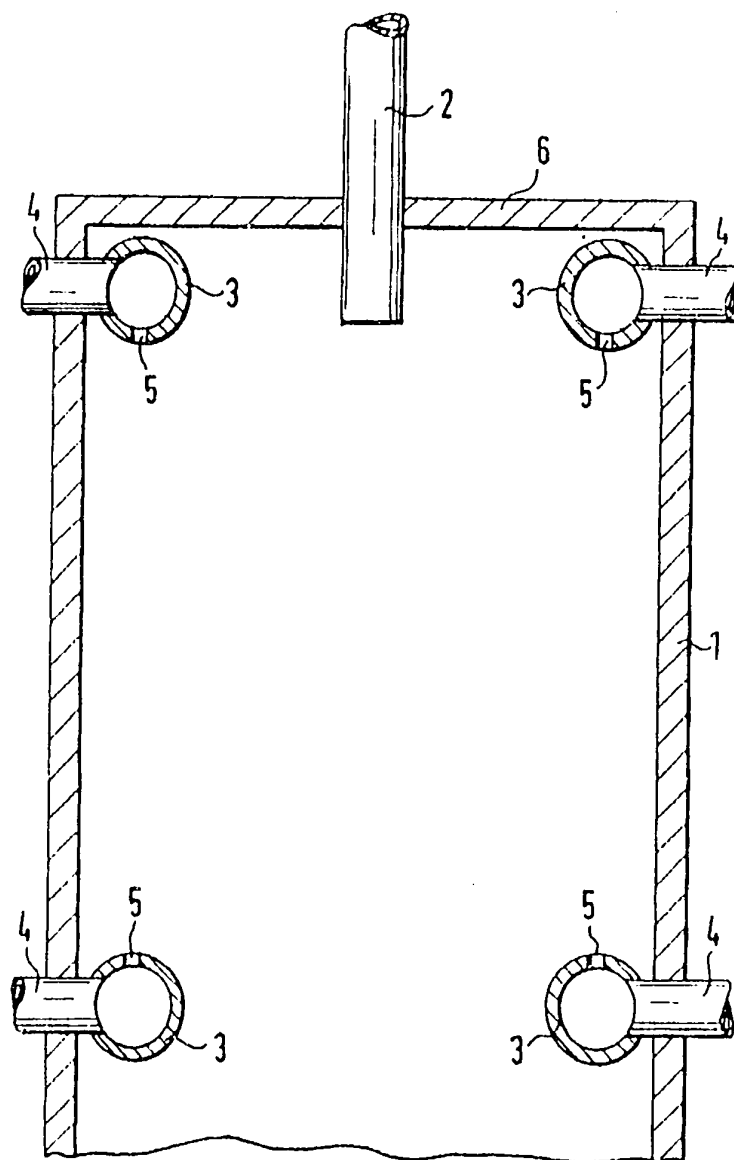


FIG. 1

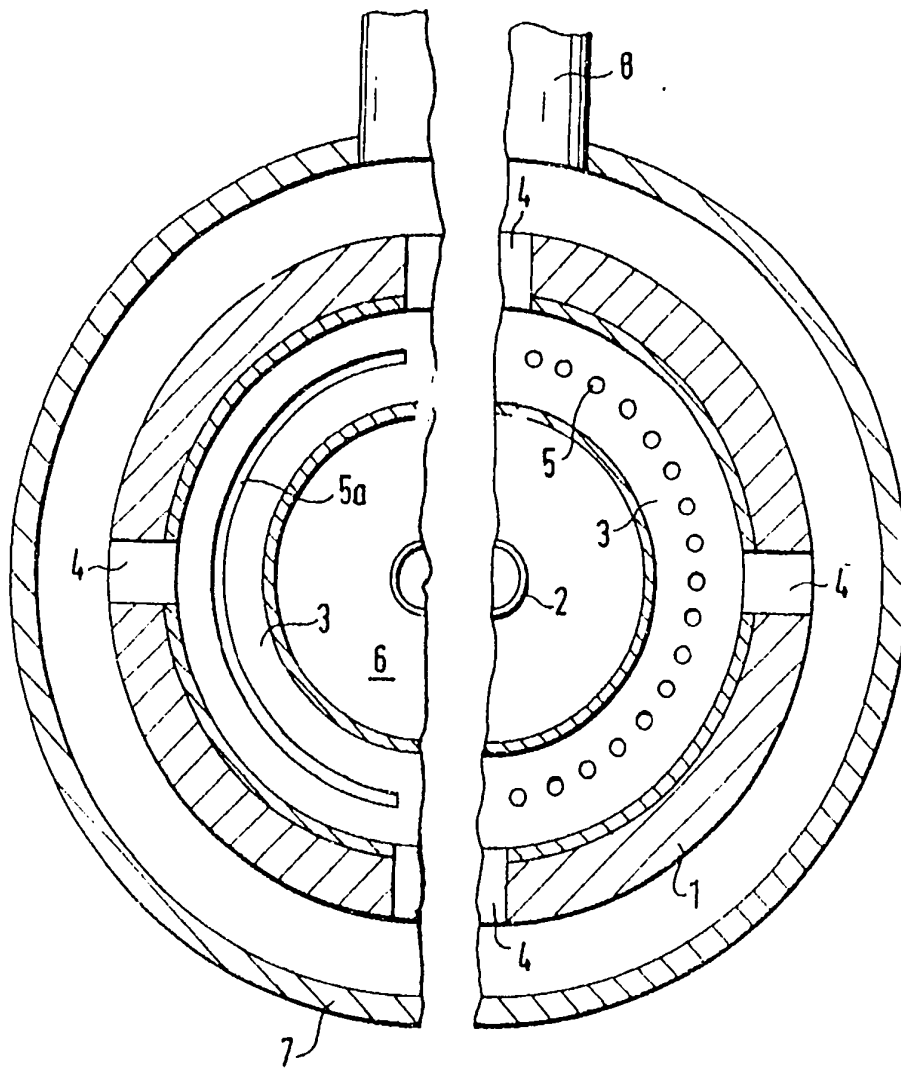


FIG. 2

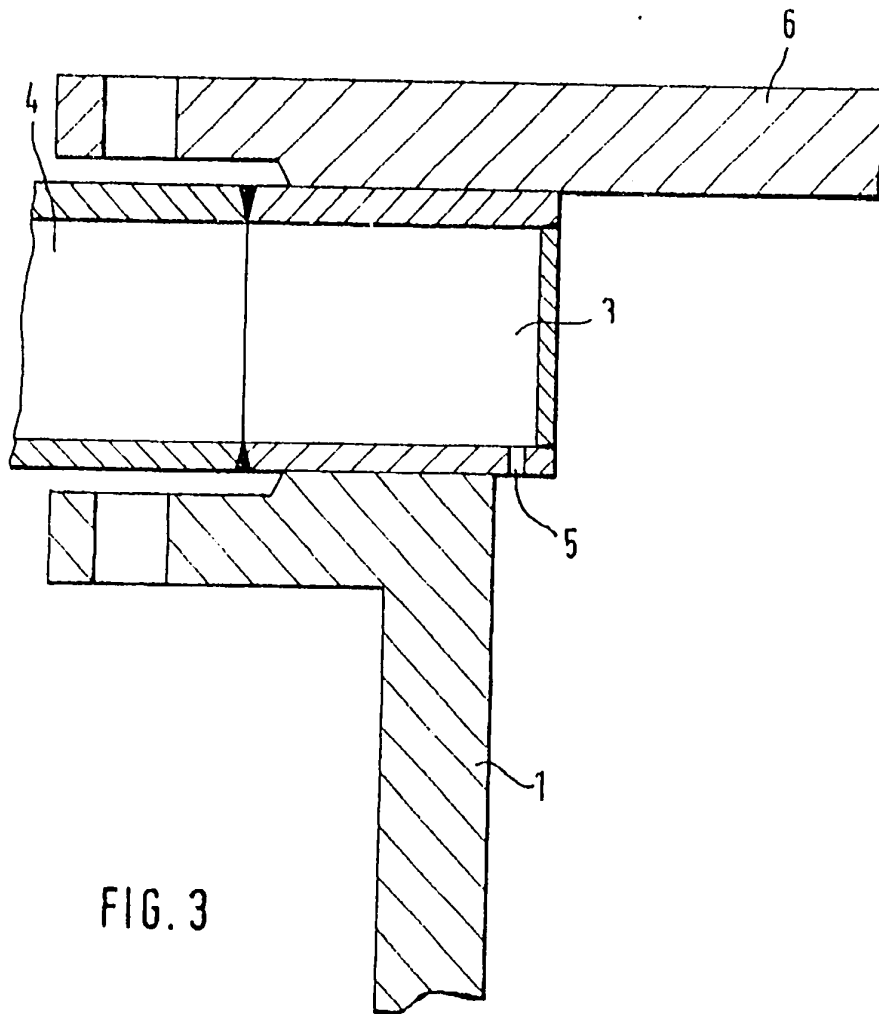


FIG. 3