

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85108019.2

51 Int. Cl.<sup>4</sup>: **C 10 B 21/22**  
**C 10 B 21/18**

22 Anmeldetag: 28.06.85

30 Priorität: 01.12.84 DE 3443976

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
 11.06.86 Patentblatt 86/24

84 Benannte Vertragsstaaten:  
 BE DE FR GB IT LU NL SE

71 Anmelder: Krupp Koppers GmbH  
 Altendorfer Strasse 120  
 D-4300 Essen 1(DE)

72 Erfinder: Janicka, Johannes, Dr. Dipl.-Ing.  
 Mergelstrasse 5  
 D-4200 Oberhausen 12(DE)

72 Erfinder: Jakobi, Wilhelm, Dipl.-Ing.  
 Richard-Wagner-Strasse 98  
 D-4300 Essen 1(DE)

72 Erfinder: Dürselen, Heinz, Dipl.-Ing.  
 Laubrockweg 5  
 D-4300 Essen 14(DE)

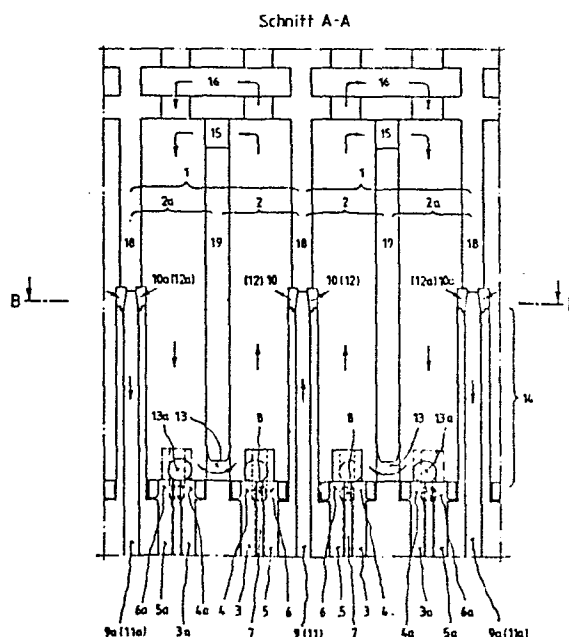
72 Erfinder: Meyer, Günter, Dr. Dipl.-Ing.  
 Wortbergrode 18  
 D-4300 Essen 1(DE)

54 Verfahren zur Verringerung des NO<sub>x</sub>-Gehaltes im Rauchgas bei der Beheizung von Verkokungsöfen zur Durchführung des Verfahrens.

57 Verfahren zur Verringerung des NO<sub>x</sub>-Gehaltes im Rauchgas bei der Beheizung von Verkokungsöfen und Verkokungsöfen zur Durchführung des Verfahrens.

Bei Verkokungsöfen mit paarweise zusammenarbeitenden Heizzügen, hoch und tief liegenden Verbrennungsstufen sowie einer Rauchgasrückführung in Höhe der Heizzugsohle (Kreisstrom) ist vorgesehen, daß die Kreisstromrate zwischen 20% und 50% und das Stufenverhältnis zwischen 40% und 70% eingestellt wird und daß die zweite Verbrennungsstufe zwischen 35% und 55% der Heizzughöhe angeordnet ist.

Fig 1.



- 1 -

KRUPP KOPPERS GMBH, Moltkestraße 29, 4300 Essen 1

Verfahren zur Verringerung des  $\text{NO}_x$ -Gehaltes im Rauchgas bei der Beheizung von Verkokungsöfen und Verkokungsöfen zur Durchführung des Verfahrens.

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verringerung des  $\text{NO}_x$ -Gehaltes im Rauchgas bei der Beheizung von Verkokungsöfen mit paarweise zusammenarbeitenden Heizzügen, hoch und tief liegenden Verbrennungsstufen sowie einer Rauchgasrückführung in Höhe der Heizzugsohle (Kreisstrom). Die Erfindung betrifft ferner  
10 einen Verkokungsöfen zur Durchführung dieses Verfahrens.

Es ist bekannt, daß es sich bei den in Verkokungsöfen gebildeten Stickoxiden in erster Linie um sogenanntes thermisches  $\text{NO}_x$  handelt, deren Bildungsraten nahezu linear vom Produkt  
15 der Sauerstoff- und Stickstoffkonzentrationen in der Flamme sowie exponentiell von der Flammentemperatur abhängen.

Die bekannten Maßnahmen zur Reduktion der  $\text{NO}_x$ -Bildung zielen auf eine Verminderung der Flammentemperatur durch Rauchgasrückführung oder auf eine Verringerung der Sauerstoff- und  
20 Stickstoffkonzentrationen durch partielle Verbrennung.

Das Prinzip der Rauchgasrückführung ist bei Verkokungsöfen insbesondere in Form des Koppers-Kreisstrom-Ofens verwirklicht.  
25 Hierbei wird durch ein oder zwei Öffnungen in jeder zweiten Binderwand in Höhe der Heizzugsohle dem Luft- und Heizgasstrom Rauchgas zugemischt, das in erster Linie durch Verringerung der maximalen Flammentemperatur, aber auch durch Reduktion der  $\text{O}_2$ - und  $\text{N}_2$ -Konzentration, eine deutliche Verringerung der  $\text{NO}_x$ -Produktionsraten bewirkt.  
30

Das  $\text{NO}_x$ -Reduktionsprinzip der partiellen Verbrennung wird in Verkokungsöfen in Form einer Stufenbeheizung genutzt.

5 Mit dem Ziel, die  $\text{NO}_x$ -Emission in Verkokungsöfen noch weiter zu senken, sind theoretische und experimentelle Untersuchungen durchgeführt worden. Als wesentliche Erkenntnis dieser Studien bleibt festzuhalten, daß eine Kombination der  $\text{NO}_x$ -Reduktionsprinzipien, Rauchgasrückführung (Kreisstrombeheizung) und partielle Verbrennung (Stufenbeheizung) mit zwei Stufen, zu einer  
10 weiterführenden Verringerung der  $\text{NO}_x$ -Produktion führen kann.

Grundsätzlich ist die Kombination von Stufenbeheizung und Kreisstrombeheizung bei Verkokungsöfen bekannt. Die genannten Untersuchungen zeigen aber, daß eine willkürliche Kombination von  
15 Kreisstrombeheizung und Stufenbeheizung nicht zwangsläufig zu einer nennenswerten  $\text{NO}_x$ -Reduktion führt. Nur bei einer optimalen Kombination von Stufenbeheizung, Kreisstrombeheizung und Anordnung der zweiten Verbrennungsstufe ist eine maximale  $\text{NO}_x$ -Verringerung erzielbar.

20 Ausgehend von den Ergebnissen dieser Untersuchungen wird erfindungsgemäß die Kombination folgender Maßnahmen vorgeschlagen:

- 25 a) Die Kreisstromrate, das ist der Volumenstrom des rückgeführten Rauchgases dividiert durch den Rauchgasvolumenstrom ohne rückgeführtes Rauchgas, wird zwischen 20% und 50% eingestellt;
- 30 b) das Stufenverhältnis, das ist bei Starkgasbetrieb der Luftvolumenstrom der unteren Stufe dividiert durch den gesamten Luftvolumenstrom und bei Schwachgasbetrieb die Summe von Luft- und Schwachgasvolumenstrom der unteren Stufe dividiert durch die Summe des gesamten Luft- und Schwachgasvolumenstroms, wird zwischen 40% und 70% eingestellt;
- 35 c) die zweite Verbrennungsstufe wird zwischen 35% und 55% der Heizzughöhe angeordnet.

Eine im Hinblick auf minimale  $\text{NO}_x$ -Emission bevorzugte Kombination sieht vor, daß die Kreisstromrate zwischen 35% und 45% und das Stufenverhältnis zwischen 50% und 65% eingestellt wird und daß die zweite Verbrennungsstufe zwischen 40% und 50% der Heiz-  
5 zughöhe angeordnet wird.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird schließlich ein Verkokungssofen vorgeschlagen, der dadurch gekennzeichnet ist, daß die sekundäre Luftzufuhr und die sekundäre Schwachgas-  
10 zufuhr zu den zweiten, hoch liegenden Verbrennungsstufen ausschließlich in den die Heizzugpaare jeweils begrenzenden Binderwänden angeordnet sind.

In den Zeichnungen sind Ausführungsformen dieses Verkokungssofens  
15 enthalten. Dabei sind die Zufuhr der Verbrennungsmedien von den hier nicht eingezeichneten Regeneratoren zu den Heizzügen, die Schaltung der Regeneratoren, der Heizzüge bzw. Heizzugpaare sowohl für Verbundöfen, d.h. Verkokungsöfen mit wahlweiser Starkgas- oder Schwachgasbeheizung, als auch für Starkgasöfen dargestellt.  
20 In den Zeichnungen ist die Richtung des Medienverlaufs (Luft, Schwachgas, Starkgas, Abgas) während einer Heizperiode durch Pfeile gekennzeichnet. Da es sich hier um Regenerativöfen handelt, wechselt der Verlauf der Medien für die zweite Periode.

Fig. 1 zeigt zwei nebeneinanderliegende Heizzugpaare eines Verbundofens im vertikalen Längsschnitt A-A nach Fig. 2,

Fig. 2 den horizontalen Querschnitt B-B dieser zwei Heizzugpaare nach Fig. 1,

Fig. 3 zwei nebeneinanderliegende Heizzugpaare eines Starkgasofens im vertikalen Längsschnitt C-C nach Fig. 4 und

Fig. 4 den horizontalen Querschnitt D-D der zwei Heizzugpaare nach Fig. 3

In den Zeichnungen bedeuten:

|    |      |                                                                                     |                   |
|----|------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|    | 1    | Heizzugpaar                                                                         |                   |
|    | 2    | Heizzug (beflammt)                                                                  |                   |
| 5  | 2 a  | Heizzug (nicht beflammt)                                                            |                   |
|    | 3    | Primärluftkanal                                                                     |                   |
|    | 3 a  | " (Abgas führend)                                                                   |                   |
|    | 4    | Regulierung zu 3                                                                    |                   |
|    | 4 a  | " " " (Abgas führend)                                                               |                   |
| 10 | 5    | Primärschwachgaskanal                                                               |                   |
|    | 5 a  | " (Abgas führend)                                                                   |                   |
|    | 6    | Regulierung zu 5                                                                    |                   |
|    | 6 a  | " " " (Abgas führend)                                                               |                   |
|    | 7    | Starkgaskanal                                                                       |                   |
| 15 | 8    | Starkgasdüse                                                                        |                   |
|    | 9    | Sekundärluftkanal                                                                   |                   |
|    | 9 a  | " (Abgas führend)                                                                   |                   |
|    | 10   | Regelbare Austritte zu 9                                                            | Regelorgane       |
|    | 10 a | " " " " (Abgas führend)                                                             | nicht dargestellt |
| 20 | 11   | Sekundärschwachgaskanal                                                             |                   |
|    | 11 a | " (Abgas führend)                                                                   |                   |
|    | 12   | Regelbare Austritte zu 11                                                           | Regelorgane       |
|    | 12 a | " " " " (Abgas führend)                                                             | nicht dargestellt |
|    | 13   | Kreisstromöffnungen                                                                 |                   |
| 25 | 13 a | Regulierrolle für Kreisstromöffnungen                                               |                   |
|    | 14   | Höhe Brennebene bis Sekundärzufuhr<br>(Höhe der understöchiometrischen Verbrennung) |                   |
|    | 15   | Umkehrstelle                                                                        |                   |
|    | 16   | Differentialkanal                                                                   |                   |
| 30 | 17   | Läuferwände                                                                         |                   |
|    | 18   | Binderwände mit Sekundärzufuhr (Luftstufe)                                          |                   |
|    | 19   | Binderwände mit Umkehrstelle und Kreisstrom                                         |                   |

Die strömenden Medien werden wie folgt den beflamten Heizzügen 2  
35 zugeführt:

Primärluft vom Luftgenerator über die Kanäle 3 und die regelbaren Austritte 4

Primärschwachgas vom Gasregenerator über die Kanäle 5 und die regelbaren Austritte 6

Starkgas über die Kanäle 7 und die auswechselbaren Düsen 8

Sekundärluft über die Kanäle 9 und die regelbaren Austritte 10

Sekundärschwachgas über die Kanäle 11 und die regelbaren Austritte 12

Rückgas über die regelbaren Kanäle 13 (Kreisstromöffnungen)

Über die Höhe 14 findet im beflamnten Heizzug die partielle Verbrennung statt.

Der Weg der Rauchgase führt vom beflamnten Heizzug 2 über die Umkehrstelle 15 (ein Teil über den Differentialkanal 16) in den unbeflamnten Heizzug 2 a und über die Düsen und Kanäle 4 a, 3 a, 6 a, 5 a, 10 a, 9 a, 12 a, 11 a in die (nicht dargestellten) Abgasregeneratoren.

In Fig. 1 und 2 ist die Strömungsrichtung der Medien sowohl für Schwach- als auch für Starkgasbetrieb durch Pfeile gekennzeichnet. Bei Schwachgasbetrieb strömt jedoch kein Starkgas, während bei Starkgasbetrieb die Schwachgaskanäle Verbrennungsluft führen.

Die seitliche Begrenzung eines Heizzugpaares 1 erfolgt durch die Läuferwände 17 und die von den Kanälen 9 und 11 durchsetzten Binderwände 18. Die Teilung des Heizzugpaares 1 in die Heizzüge 2 und 2 a geschieht durch die Binderwand 19, die von der Umkehrstelle 15 und der Kreisstromöffnung 13 durchsetzt wird.

5 Durch die Unterscheidung bzw. räumliche Trennung der Binderwände nach "Kreisstrom-besitzend" und "Luftkanal-besitzend" werden in Kombination mit den freistehenden Starkgasaustritten günstige Strömungsbedingungen sichergestellt, die eine weitgehende Einmischung des Kreisstroms in die Verbrennungsmedien der unteren Stufe ermöglichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verringerung des  $\text{NO}_x$ -Gehaltes im Rauchgas bei der  
Beheizung von Verkokungsöfen mit paarweise zusammenarbeiten-  
den Heizzügen, hoch und tief liegenden Verbrennungsstufen  
sowie einer Rauchgasrückführung in Höhe der Heizzugsohle  
(Kreisstrom), gekennzeichnet durch die Kombination folgender  
Maßnahmen:

a) Die Kreisstromrate, das ist der Volumenstrom des rückge-  
führten Rauchgases dividiert durch den Rauchgasvolumen-  
strom ohne rückgeführtes Rauchgas, wird zwischen 20% und  
50% eingestellt;

b) das Stufenverhältnis, das ist bei Starkgasbetrieb der Luft-  
volumenstrom der unteren Stufe dividiert durch den gesam-  
ten Luftvolumenstrom und bei Schwachgasbetrieb die Summe  
von Luft- und Schwachgasvolumenstrom der unteren Stufe  
dividiert durch die Summe des gesamten Luft- und Schwach-  
gasvolumenstroms, wird zwischen 40% und 70% eingestellt;

c) die zweite Verbrennungsstufe wird zwischen 35% und 55%  
der Heizzughöhe angeordnet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die  
Kreisstromrate zwischen 35% und 45% und das Stufenverhältnis  
zwischen 50% und 65% eingestellt wird und daß die zweite  
Verbrennungsstufe zwischen 40% und 50% der Heizzughöhe an-  
geordnet wird.

3. Verkokungsöfen zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch  
1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die sekundäre Luftzu-  
fuhr (9) und die sekundäre Schwachgaszufuhr (11) zu den zwei-  
ten, hoch liegenden Verbrennungsstufen ausschließlich in den  
die Heizzugpaare (1) jeweils begrenzenden Binderwänden (18)  
angeordnet sind.

Schnitt A-A

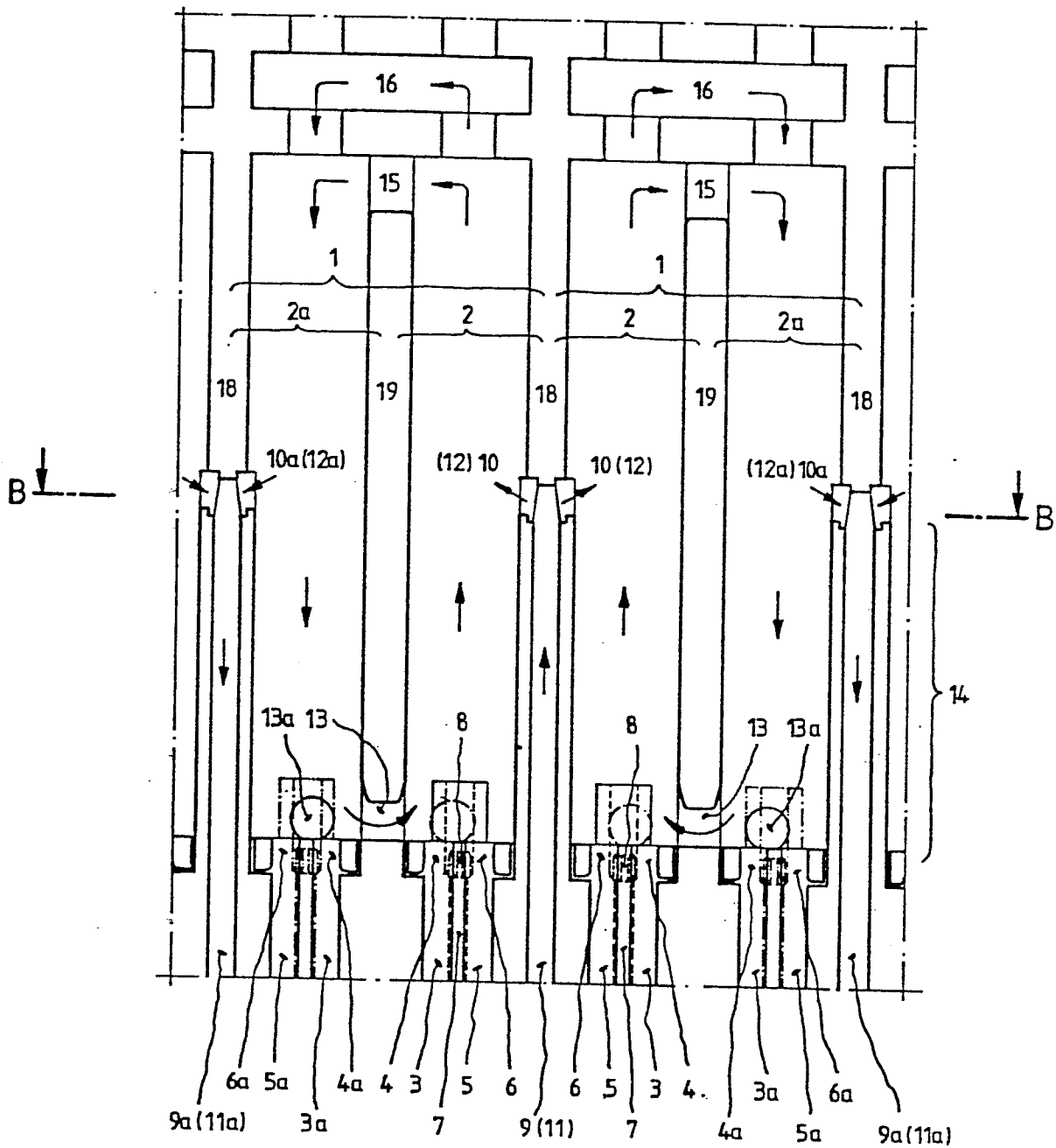


FIG. 2

2/4 0183908

Schnitt B-B

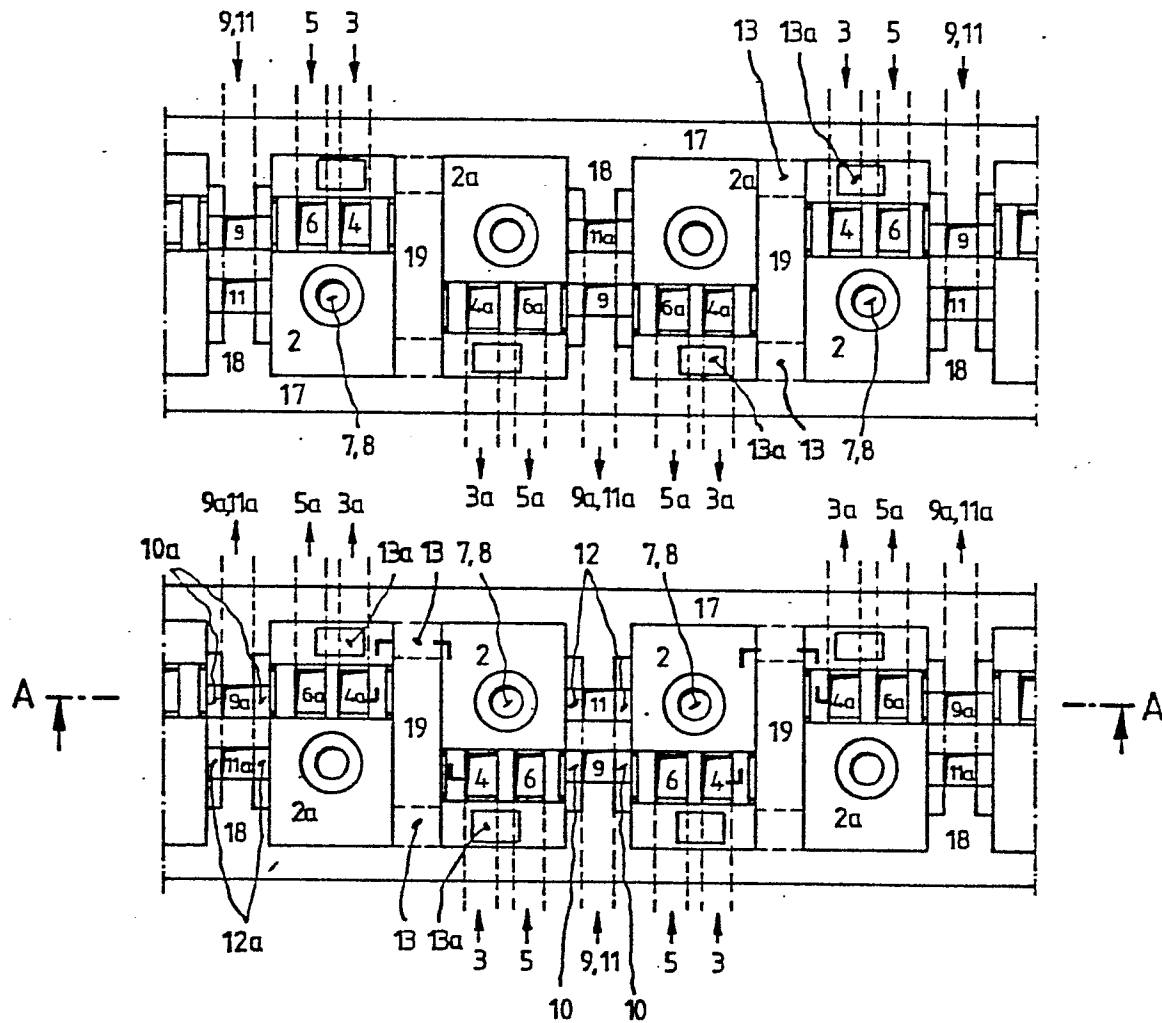


FIG. 3

3/4 0183908

Schnitt C-C

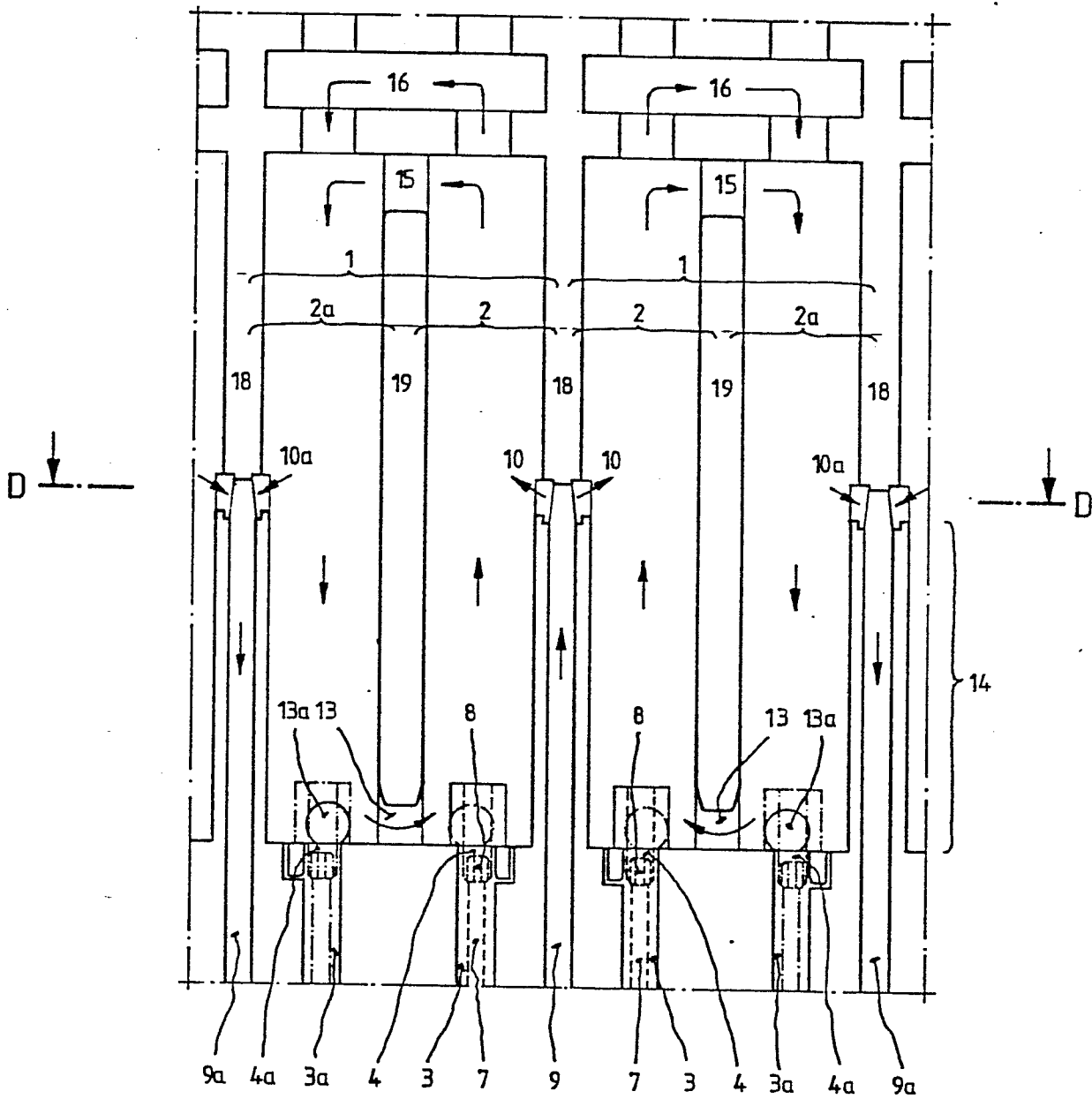
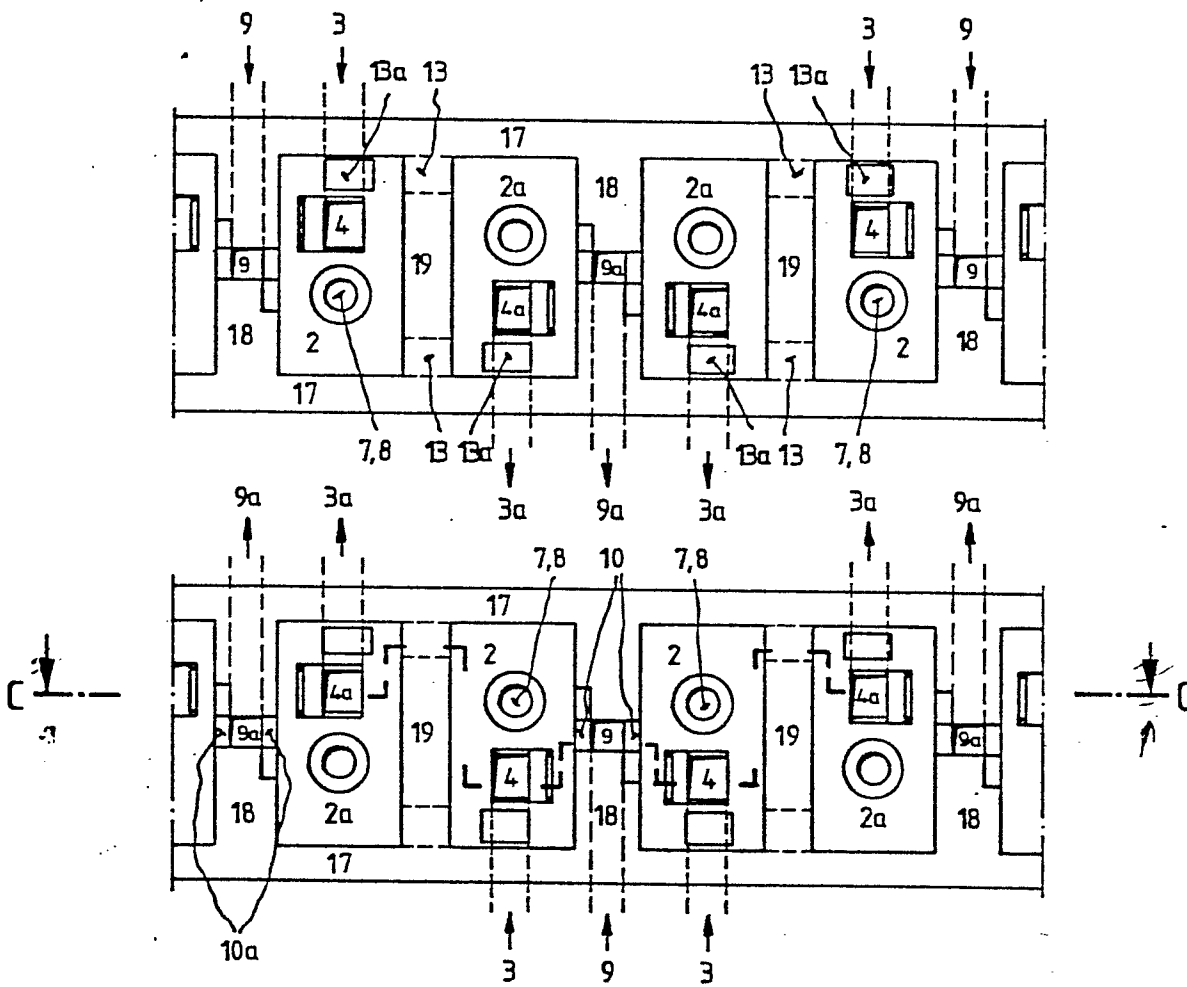


FIG. 4

4/4 0183908

Schnitt D-D





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0183908

Nummer der Anmeldung

EP 85 10 8019

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |                                           |                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch                         | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4) |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | GB-A-1 007 607 (KOPPERS)<br>* Ansprüche 1-6; Figur 1 *                              | 1-3                                       | C 10 B 21/22<br>C 10 B 21/18              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DE-A-1 571 657 (KOPPERS)<br>* Ansprüche 1-3; Figur 4 *                              | 1-3                                       |                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DE-B-1 147 559 (OTTO & CO.)<br>* Ansprüche 1-3; Figuren 1-4 *                       | 1-3                                       |                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |                                           | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (Int. Cl. 4) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |                                           | C 10 B                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |                                           |                                           |
| Recherchenort<br>DEN HAAG                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     | Abschlußdatum der Recherche<br>05-03-1986 | Prüfer<br>MEERTENS J.                     |
| <b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b><br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur<br>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                     |                                           |                                           |