

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 578 140 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **93110554.8**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **F27B 7/20**, B04C 3/04,  
F27B 15/00

22 Anmeldetag: **01.07.93**

30 Priorität: **09.07.92 DE 4222593**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.01.94 Patentblatt 94/02**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**BE CH DE DK ES FR GB IT LI PT**

71 Anmelder: **KRUPP POLYSIUS AG**  
**Graf-Galen-Strasse 17**  
**D-59269 Beckum(DE)**

72 Erfinder: **Kupper, Detlev, Dr.-Ing.**  
**Häherweg 3**  
**D--4407 Telgte(DE)**  
Erfinder: **Rother, Wolfgang, Dipl.-Ing.**  
**Anton-Aulke-Weg 4**  
**D-4740 Oelde(DE)**  
Erfinder: **Krützner, Karl**  
**Rostocker Strasse 8**  
**D-4720 Beckum(DE)**  
Erfinder: **Meyer, Gerd-Peter, Dipl.-Ing.**  
**Marktplatz 6**  
**D-4730 Bönen(DE)**  
Erfinder: **Driemeier, Günter, Dipl. - Ing.**  
**Mertenshöhe 26**  
**D - 4543 Lienen(DE)**  
Erfinder: **Brentrup, Ludger, Dr.-Ing.**  
**Düdingsweg 24**  
**D-4740 Oelde(DE)**  
Erfinder: **Schmits, Heinz-Herbert, Dipl.-Ing.**  
  
**Verstorben(DE)**  
Erfinder: **Korte, Bernhard, Dipl.-Ing.**  
**Ennigerstrasse 63**  
**D-4722 Ennigerloh(DE)**

74 Vertreter: **Tetzner, Volkmar, Dr.-Ing. Dr. jur.**  
**Van-Gogh-Strasse 3**  
**D-81479 München (DE)**

54 **Wärmetauscher mit Zyklonen mit nach unten herausgeführtem Tauchrohr.**

57 Die Erfindung betrifft einen mehrstufigen Zyklonwärmetauscher, bei dem das Tauchrohr der Zyklonabscheider durch das Unterteil der Zyklonabscheider nach außen geführt und über einen Krümmer an die zum Zyklonabscheider der nächsten Stufe führende Verbindungsleitung angeschlossen ist, wobei die Zyklonabscheider zumindest aller der ersten Stufe in Gasströmungsrichtung folgenden Stufen auf etwa

gleicher Höhe angeordnet sind. Ein derartiger Wärmetauscher zeichnet sich durch eine besonders niedrige Bauhöhe aus.

EP 0 578 140 A1

Die Erfindung betrifft einen mehrstufigen Wärmetauscher entsprechend dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Mehrstufige Zyklonwärmetauscher der im Oberbegriff des Anspruches 1 vorausgesetzten Art sind in den verschiedensten Bauformen, insbesondere mit und ohne Vorcalciniereinrichtung, bekannt (vgl. etwa DUDA, Cement-Data-Book, 3. Auflage, S.444 bis 516). Da hierbei das Tauchrohr der einzelnen Zyklonabscheider jeweils durch das zylindrische Oberteil nach außen geführt ist, sind die einzelnen Stufen des Wärmetauschers im wesentlichen übereinander (wenngleich seitlich etwas versetzt) angeordnet. Konventionelle Zyklonvorwärmer, wie sie insbesondere zur Vorwärmung von Zementrohmehl Verwendung finden, weisen daher - abhängig von der Zahl der Vorwärmerstufen - eine beträchtliche Bauhöhe auf. Die Bauhöhe bedingt jedoch nicht nur eine sehr aufwendige Tragkonstruktion des Wärmetauschers, sondern beeinträchtigt oft auch das natürliche Landschaftsbild.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Wärmetauscher der im Oberbegriff des Anspruches 1 vorausgesetzten Art so auszubilden, daß sich eine besonders niedrige Bauhöhe ergibt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Wärmetauscher ist das Tauchrohr der Zyklonabscheider durch das Unterteil der Zyklonabscheider nach außen geführt und über einen Krümmer an die zum Zyklonabscheider der nächsten Stufe führende Verbindungsleitung angeschlossen, wobei die Zyklonabscheider zumindest aller der ersten Stufe in Gasströmungsrichtung folgenden Stufen etwa auf gleicher Höhe angeordnet sind. Auf diese Weise erhält der erfindungsgemäße Wärmetauscher eine Bauhöhe, die weniger als 50 % der Bauhöhe eines konventionellen Zyklonwärmetauschers beträgt.

Überraschenderweise zeigte sich bei den der Erfindung zugrundeliegenden Versuchen, daß man trotz des nach unten herausgeführten Tauchrohres einen hohen Abscheidegrad bei niedrigem Druckverlust erreicht. Ursächlich dürfte hierfür sein, daß die Gas-Feststoffsuspension im Abscheideraum in vertikaler Richtung im wesentlichen nicht umgelenkt wird.

Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung einiger in den Fig.1 bis 13 der Zeichnung veranschaulichter Ausführungsbeispiele.

Die Fig.1 und 2 zeigen einen für den Einsatz in einem erfindungsgemäßen Wärmetauscher geeigneten Zyklonabscheider 1. Er enthält ein zylindrisches Oberteil 2 sowie ein trichterförmiges Unterteil 3 mit einem Auslaß 4 für den aus dem

Feststoff-Gasgemisch abgeschiedenen Feststoff.

Weiterhin ist ein Tauchrohr 5 vorgesehen, das im zylindrischen Oberteil 2 ausmündet und durch das Unterteil 3 nach außen geführt ist. Diese Tauchrohr 5 ist - wie anhand der Fig.3 und 4 noch näher erläutert wird - über einen Krümmer 6 an eine zum Zyklonabscheider der nächsten Stufe führende Verbindungsleitung angeschlossen.

Der Zyklonabscheider 1 ist ferner mit einem tangentialen Einlaß 7 für ein Feststoff-Gasgemisch versehen, wobei sich dieser tangentiale Einlaß an eine von der vorhergehenden Stufe des Wärmetauschers kommende Verbindungsleitung 8 anschließt.

Der Zyklonabscheider 1 ist weiterhin mit einer Wirbelstütze 9 versehen, die von der Decke 10 in das zylindrische Oberteil 2 hineinragt. Diese Wirbelstütze 9 stabilisiert die Drallströmung im Abscheideraum des Zyklonabscheiders 1 und erhöht damit den Abscheidegrad.

Fig.3 zeigt die Zusammenschaltung mehrerer Zyklonabscheider 1, 1a, 1b, 1c, 1d, 1e zu einem mehrstufigen Wärmetauscher. Hierbei ist jeweils das Tauchrohr (z.B. 5) eines Zyklonabscheiders (z.B. 1) über den anschließenden Krümmer (z.B. 6) an die zur nächsten Stufe (z.B. Zyklonabscheider 1a) führende Verbindungsleitung (z.B. 8a) angeschlossen. Bei dem in Fig.3 dargestellten Ausführungsbeispiel sind dabei alle Zyklonabscheider des mehrstufigen Wärmetauschers auf etwa gleicher Höhe angeordnet.

Der Feststoff-Auslaß (z.B. 4a) der einzelnen Zyklonabscheider (z.B. 1a) ist dabei jeweils an die zum tangentialen Einlaß (z.B. 7) der in Gasströmungsrichtung vorangehenden Stufe (z.B. Zyklonabscheider 1) führende Verbindungsleitung (z.B. 8) angeschlossen.

Die Aufgabe des im Wärmetauscher vorzuwärmenden Feststoffes erfolgt bei 11 in die zum Zyklonabscheider 1e der letzten Stufe führende Verbindungsleitung 8e. Das aus dem Zyklonabscheider 1 der ersten Stufe abgeschiedene Gut wird bei dem in Fig.3 dargestellten Ausführungsbeispiel direkt einem (nicht veranschaulichten) Drehrohrofen zugeführt.

Die Abgase des Drehrohrofens treten in die zum Zyklonabscheider 1 führende Verbindungsleitung 8 ein und werden nach Durchströmen aller Stufen des Wärmetauschers von einem (nicht veranschaulichten) Abgasventilator durch das Tauchrohr 5e des Zyklonabscheiders 1e abgezogen.

Bei dem in Fig.4 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der von den Zyklonabscheidern 1 bis 1e gebildete mehrstufige Wärmetauscher an eine Calciniereinrichtung 12 angeschlossen, die in der zwischen einem Drehrohrofen 13 und dem ersten Zyklonabscheider 1 des Wärmetauschers angeordneten, schleifenförmig ausgestalteten Gasleitung 14 angeordnet ist. Bei 15 wird hierbei zusätzlicher

Brennstoff in die Calcinier Einrichtung 12 eingeführt, die außerdem von einem (nicht dargestellten) Kühler Tertiärluft über eine Tertiärluftleitung 16 erhält.

Das über den Auslaß 4a des Zyklonabscheiders 1a ausgetragene Gut wird in die Calcinier Einrichtung 12 eingeführt. Das aus dem Auslaß 4 des Zyklonabscheiders 1 austretende Gut gelangt in den Drehrohrofen 13.

Die Fig.5 bis 13 veranschaulichen einige Varianten in der Ausgestaltung der Zyklonabscheider.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig.5 ist der Zyklonabscheider 1 mit zwei Auslässen 4, 4' für Feststoff versehen. Diese beiden Auslässe 4, 4' können beispielsweise an diametral einander gegenüberliegenden Umfangsstellen der zur vorangehenden Stufe führenden Verbindungsleitung (vorzugsweise auf gleicher Höhe) angeordnet werden.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig.6 ist im Bereich des an das Tauchrohr 5 angeschlossenen Krümmers 6 ein zusätzlicher Feststoffauslaß 4' vorgesehen, durch den in dieser Umlenkzone aus dem Gasstrom ausfallendes Gut ausgetragen wird. Dieser zusätzliche Feststoffauslaß 4' wird zweckmäßig an einen in Gasströmungsrichtung vorhergehenden Anlagenteil des Wärmetauschers angeschlossen, etwa an die zur selben Stufe oder zu einer vorhergehenden Stufe des Wärmetauschers führende Gasleitung, an die Calcinier Einrichtung 12 (vgl. Fig.4) oder an den Einlauf eines dem Wärmetauscher vorgeschalteten Drehrohrofens.

Ein derartiger zusätzlicher Feststoff-Auslaß 4' wird vorzugsweise im Bereich der Krümmen 6 der beiden in Gasströmungsrichtung ersten Stufen des Wärmetauschers (d. h. im Anschluß an die Zyklonabscheider 1 und 1a gemäß den Fig.3 und 4) angeschlossen. Auf diese Weise läßt sich der Abscheidegrad dieser Zyklonstufen verbessern, und es können auch eingetragene Ansätze beseitigt werden.

Die Weiterförderung des durch einen solchen zusätzlichen Feststoff-Auslaß ausgetragenen Gutes kann über eine Schurre, eine pneumatische oder mechanische Fördereinrichtung erfolgen.

Vorteilhaft kann es weiterhin sein, die Krümmen 6 aller oder einzelner Stufen des Wärmetauschers mit einem belüfteten Boden zu versehen. Auch diese Maßnahme wirkt Ablagerungen im unteren Krümmenbereich entgegen.

Fig.7 zeigt eine Variante, bei der der Zyklonabscheider 1 außer dem nach unten geführten Tauchrohr 5 noch ein weiteres, durch das Oberteil 2 des Abscheiders nach außen geführtes Tauchrohr 5' aufweist, das über eine Verbindungsleitung 17 in den zum Zyklonabscheider der nächsten Stufe führenden Krümmen 6 einmündet. Ein derartiger Zyklonabscheider zeichnet sich durch einen besonders geringen Druckverlust aus. Die Einmündung

eines Teiles der Gasströmung in den Krümmen 6 wirkt außerdem Ablagerungen und Ansatzbildungen in diesem Bereich entgegen.

Die Vereinigung der beiden über die Tauchrohre 5 und 5' abgezogenen Gasströme erfolgt zweckmäßig an einer Stelle (beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig.7 im Bereich des Krümmers 6), an der das in einem folgenden Zyklonabscheider abgeschiedene Gut noch nicht wieder in den Gasstrom eingeführt ist (wie die Fig.3 und 4 erkennen lassen, wird dieses in einem folgenden Abscheider abgeschiedene Gut erst in die an den Krümmen 6 anschließende Verbindungsleitung - zweckmäßig allerdings in deren untersten Bereich - eingetragen).

Die Fig.8 und 9 zeigen verschiedene Möglichkeiten der Halterung des mehrstufigen Wärmetauschers.

Sind die Zyklonabscheider und ihre Verbindungsleitungen in Form einer selbsttragenden Konstruktion ausgeführt, so können die Aufstellungsebenen 18 oder 19 gewählt werden. Ist die Konstruktion nicht selbsttragend ausgebildet, so wird eine Aufstellungsebene 20 gewählt, auf der sich die Zyklonabscheider mit ihrem zylindrischen Oberteil abstützen.

Fig.9 veranschaulicht eine hängende Anordnung der Zyklonabscheider unter Verwendung eines Traggerüsts 21.

Das Tauchrohr 5 und die Wirbelstütze 9 (vgl. Fig.1) können zentrisch im zylindrischen Oberteil 2 des Zyklonabscheiders 1 angeordnet sein, wie dies Fig.10 zeigt. Möglich ist jedoch auch eine exzentrische Anordnung von Tauchrohr 5 und Wirbelstütze 9, wie dies schematisch in Fig.11 dargestellt ist.

Die Oberkante des Tauchrohres 5 kann entweder scharfkantig ausgebildet sein (Fig.12) oder abgerundet (Fig.13).

In den Gutleitungen, die an die Feststoff-Auslässe 4 anschließen, können erforderlichenfalls Luftabschlußorgane (z.B. Pendelklappen) vorgesehen werden.

Das Verhältnis von Höhe zu Breite des Eintrittsquerschnittes 7' (vgl. Fig.10 und 11) des tangentialen Einlaßes 7 des Zyklonabscheiders 1 ist zweckmäßig größer als 2 : 1. Auf diese Weise ist das eintretende Feststoff-Gasgemisch auf die Wand des zylindrischen Oberteiles 2 des Zyklonabscheiders gerichtet. Die Suspension wird hierbei in Rotation versetzt und eine wirksame Trennung von Gas und Feststoff erreicht.

Als besonders zweckmäßig haben sich folgenden Kennwerte der Zyklonabscheider erwiesen:

- a) der Abstand der Oberkante des Tauchrohres von der Decke des Zyklonabscheiders liegt zwischen dem 0,8- und 1,2-fachen Wert des lichten Durchmessers des zylindrischen Oberteiles;

b) mit Ausnahme der letzten Stufe des Wärmetauschers liegt der Durchmesser des Tauchrohres der Zyklonabscheider zwischen dem 0,5- und 0,7-fachen Wert des lichten Durchmessers des zylindrischen Oberteiles, während der Durchmesser des Tauchrohres der als Entstaubungsstufe wirksamen letzten Stufe des Wärmetauschers kleiner als der 0,6-fache Wert des lichten Durchmessers des zylindrischen Oberteiles ist;

c) die Breite des Eintrittsquerschnitts ist größer als die halbe Differenz zwischen dem lichten Durchmesser des zylindrischen Oberteiles und dem lichten Durchmesser des Tauchrohres;

d) von der in Gasströmungsrichtung zweiten Stufe an ist die Länge der Feststoff-Auslaßleitungen kleiner als der halbe lichte Durchmesser des zylindrischen Oberteiles.

## Patentansprüche

1. Mehrstufiger Wärmetauscher zum Wärmehaustausch zwischen einem Gasstrom und einem feinkörnigen Feststoff, enthaltend mehrere Zyklonabscheider (1 bis 1e), die jeweils ein zylindrisches Oberteil (2) mit einem tangentialen Einlaß (7) für ein Feststoff-Gasgemisch, ein Unterteil (3) mit wenigstens einem Auslaß (4) für den aus dem Feststoff-Gasgemisch abgeschiedenen Feststoff sowie ein im zylindrischen Oberteil ausmündendes Tauchrohr (5) zur Abführung des Gases aufweisen, wobei das Tauchrohr des Zyklonabscheiders (z.B. 1) einer Stufe über eine Verbindungsleitung (8a) an den tangentialen Einlaß des Zyklonabscheiders (z.B. 1a) der in Gasströmungsrichtung nächsten Stufe angeschlossen ist und der Feststoff-Auslaß (z.B. 4a) des Zyklonabscheiders (z.B. 1a) einer Stufe an die zum tangentialen Einlaß (7) der in Gasströmungsrichtung vorangehenden Stufe führende Verbindungsleitung (8) angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Tauchrohr (5) der Zyklonabscheider durch das Unterteil (3) der Zyklonabscheider nach außen geführt und über einen Krümmer (6) an die zum Zyklonabscheider der nächsten Stufe führende Verbindungsleitung angeschlossen ist, wobei die Zyklonabscheider zumindest aller der ersten Stufe in Gasströmungsrichtung folgenden Stufen auf etwa gleicher Höhe angeordnet sind.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zyklonabscheider eine von ihrer Decke (10) in das zylindrische Oberteil (2) hineinragende Wirbelstütze (9) aufweisen.

3. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Tauchrohr (5) und/oder die Wirbelstütze (9) zentrisch im Zyklonabscheider angeordnet sind.

4. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Tauchrohr (5) und/oder die Wirbelstütze (9) exzentrisch im Zyklonabscheider angeordnet sind.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von Höhe zu Breite des Eintrittsquerschnitts (7') des tangentialen Einlasses der Zyklonabscheider größer als 2 : 1 ist, so daß das eintretende Feststoff-Gasgemisch auf die Wand des zylindrischen Oberteiles (2) des Zyklonabscheiders gerichtet ist.

6. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich wenigstens eines Krümmers (6), vorzugsweise im Bereich der Krümmer der beiden in Gasströmungsrichtung ersten Stufen des Wärmetauschers, ein zusätzlicher Feststoff-Auslaß (4') vorgesehen ist, der an einen in Gasströmungsrichtung vorhergehenden Anlagenteil des Wärmetauschers, an den Einlauf eines dem Wärmetauscher vorgeschalteten Drehrohrofens oder an eine zwischen Drehrohrofen und Wärmetauscher vorgesehene Calcinierereinrichtung (12) angeschlossen ist.

7. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Krümmer (6) mit einem belüfteten Boden versehen sind.

8. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest einige Zyklonabscheider ein weiteres, durch das Oberteil (2) des Abscheiders nach außen geführtes Tauchrohr (5') aufweisen, das über eine Verbindungsleitung (17) an den zum Zyklonabscheider der nächsten Stufe führenden Krümmer (6) angeschlossen ist.

9. Wärmetauscher nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch folgende Kennwerte:

a) der Abstand der Oberkante des Tauchrohres von der Decke des Zyklonabscheiders liegt zwischen dem 0,8- und 1,2-fachen Wert des lichten Durchmessers des zylindrischen Oberteiles;

b) mit Ausnahme der letzten Stufe des Wärmetauschers liegt der Durchmesser des Tauchrohres der Zyklonabscheider zwischen dem 0,5- und 0,7-fachen Wert des lichten Durchmessers des zylindrischen

Oberteiles, während der Durchmesser des Tauchrohres der als Entstaubungsstufe wirksamen letzten Stufe des Wärmetauschers kleiner als der 0,6-fache Wert des lichten Durchmessers des zylindrischen Oberteiles ist; 5

c) die Breite des Eintrittsquerschnitts ist größer als die halbe Differenz zwischen dem lichten Durchmesser des zylindrischen Oberteiles und dem lichten Durchmesser des Tauchrohres; 10

d) zumindest von der in Gasströmungsrichtung zweiten Stufe an ist die Länge der Feststoff-Auslaßleitungen kleiner als der halbe lichte Durchmesser des zylindrischen Oberteiles. 15

20

25

30

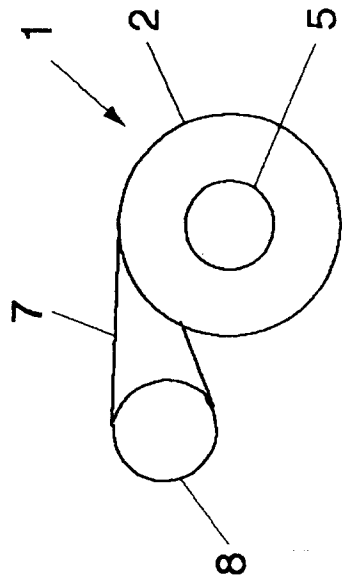
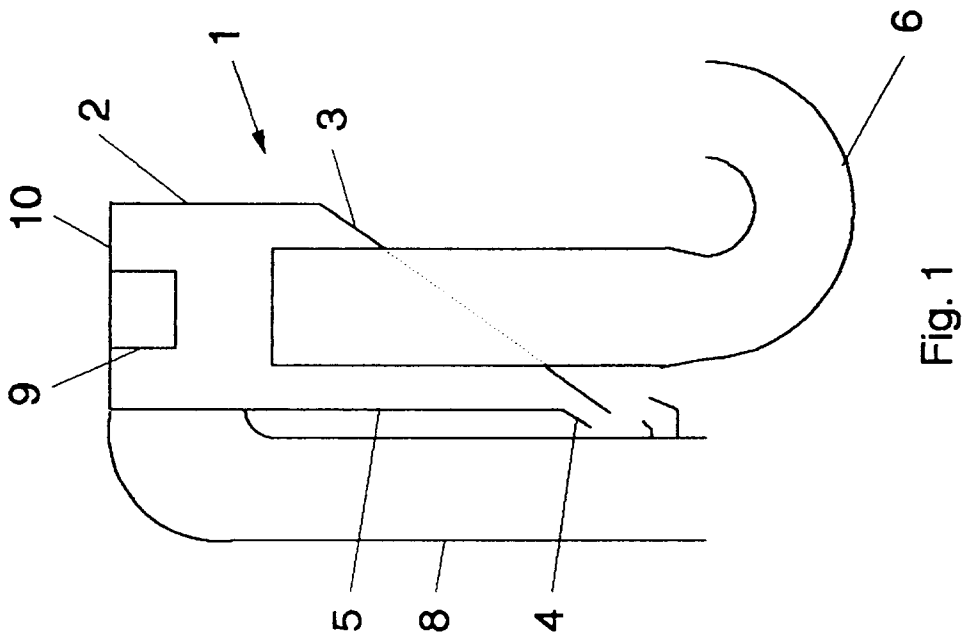
35

40

45

50

55



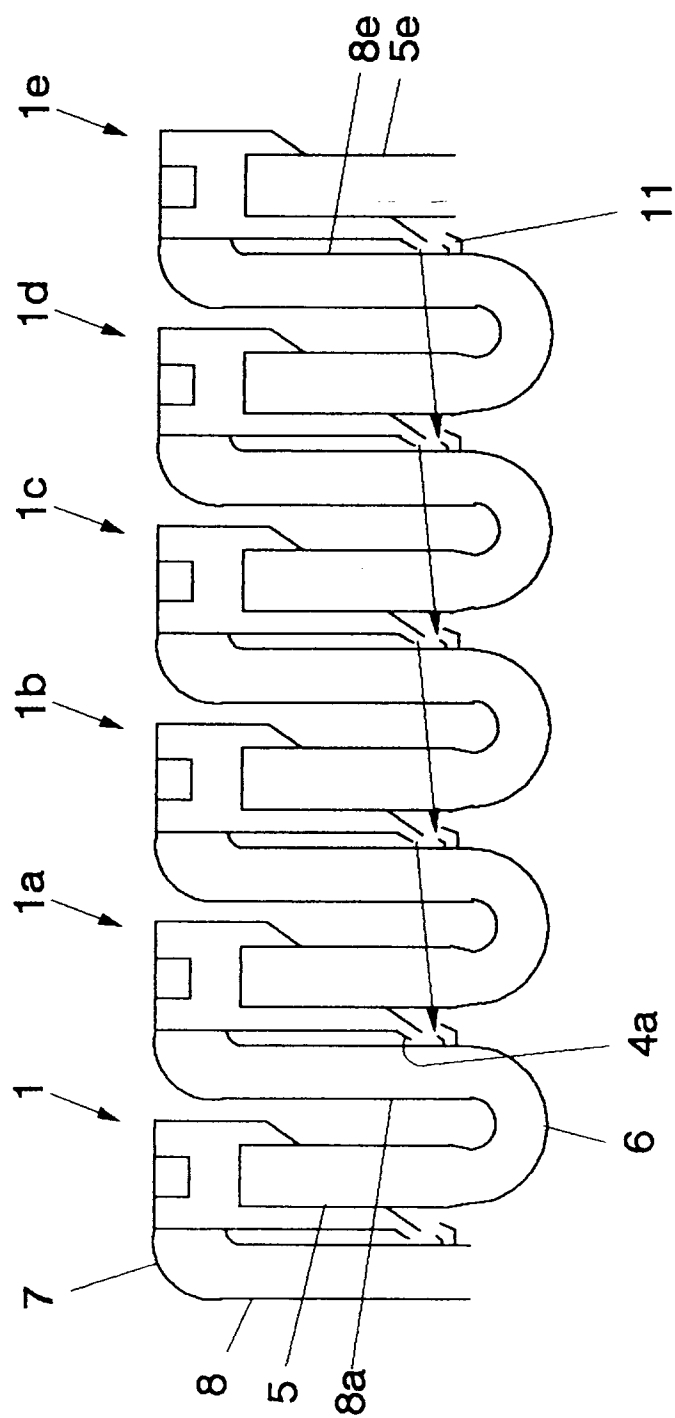


Fig. 3

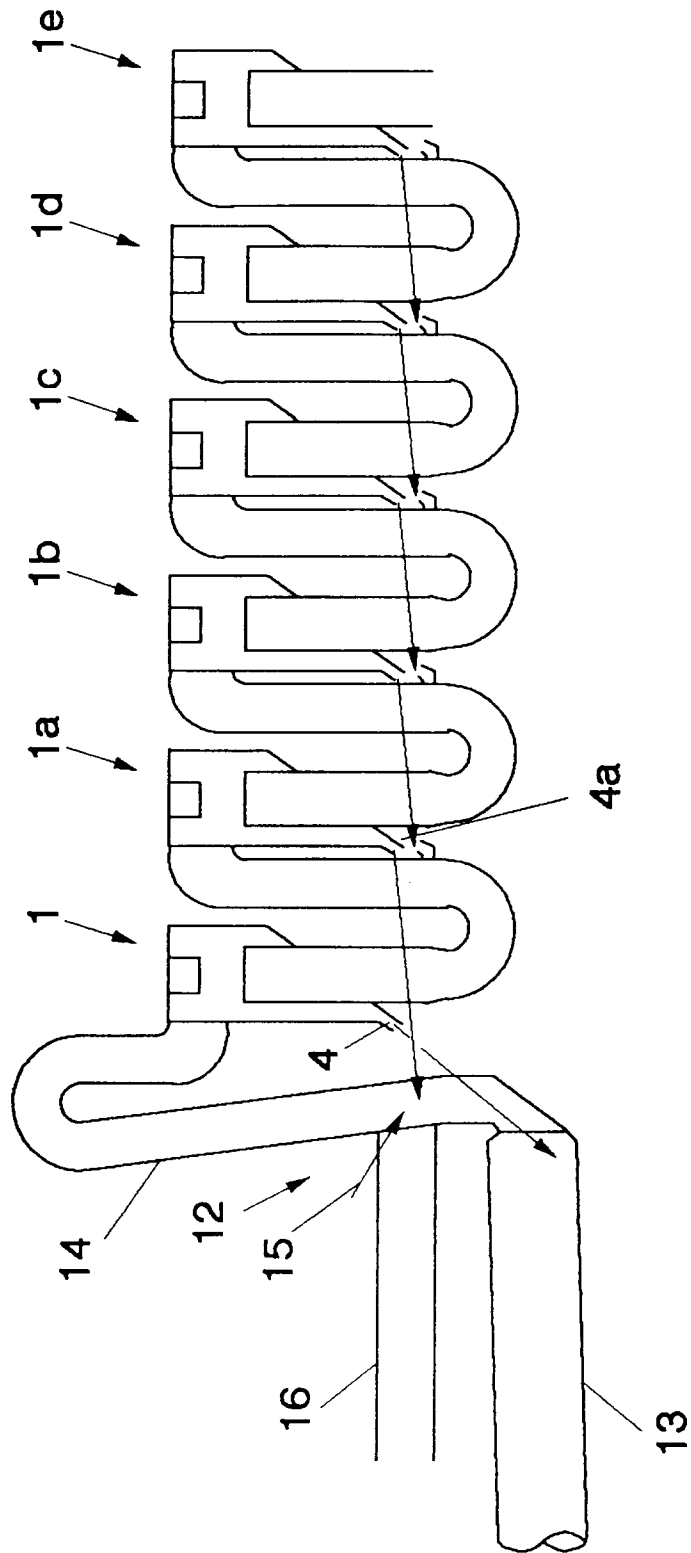


Fig. 4



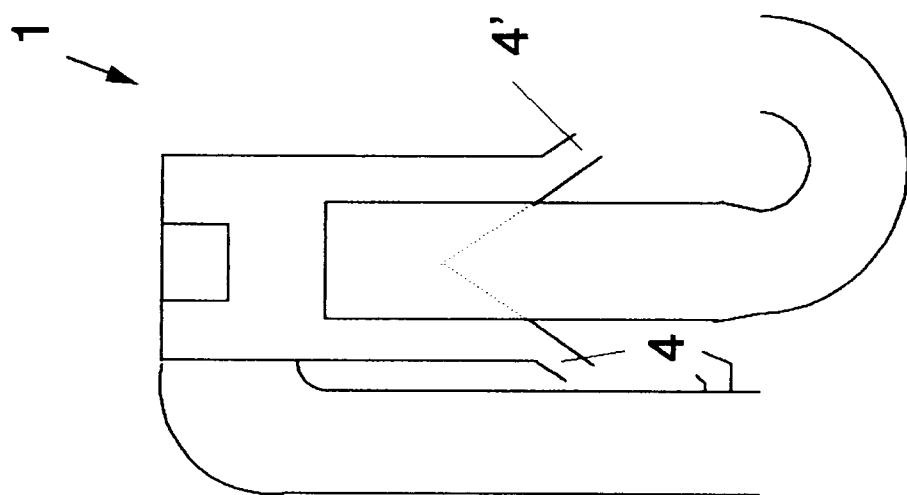


Fig. 5

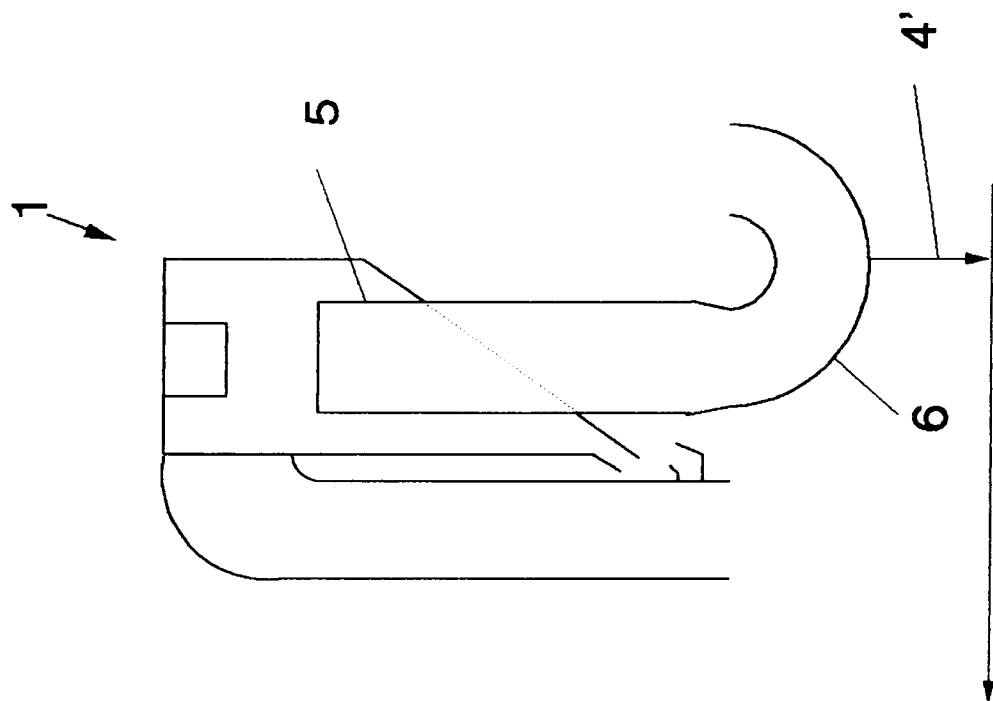


Fig. 6

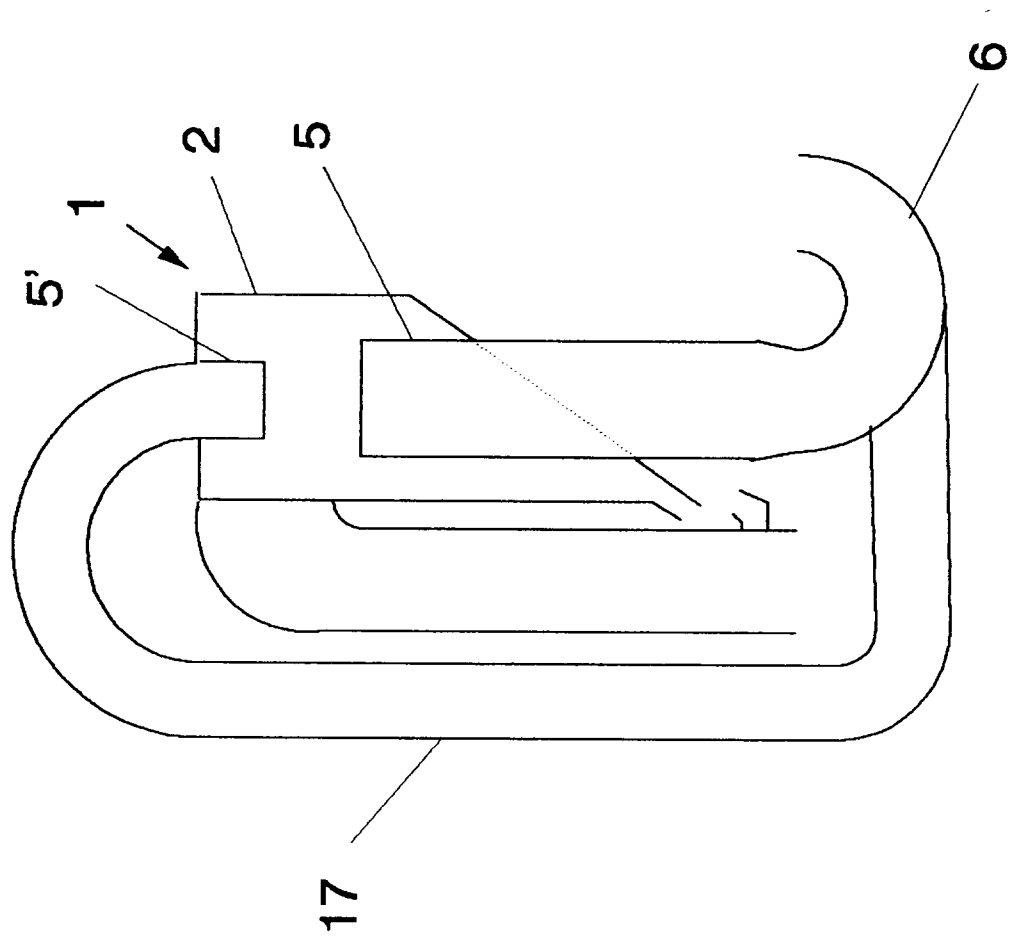


Fig. 7

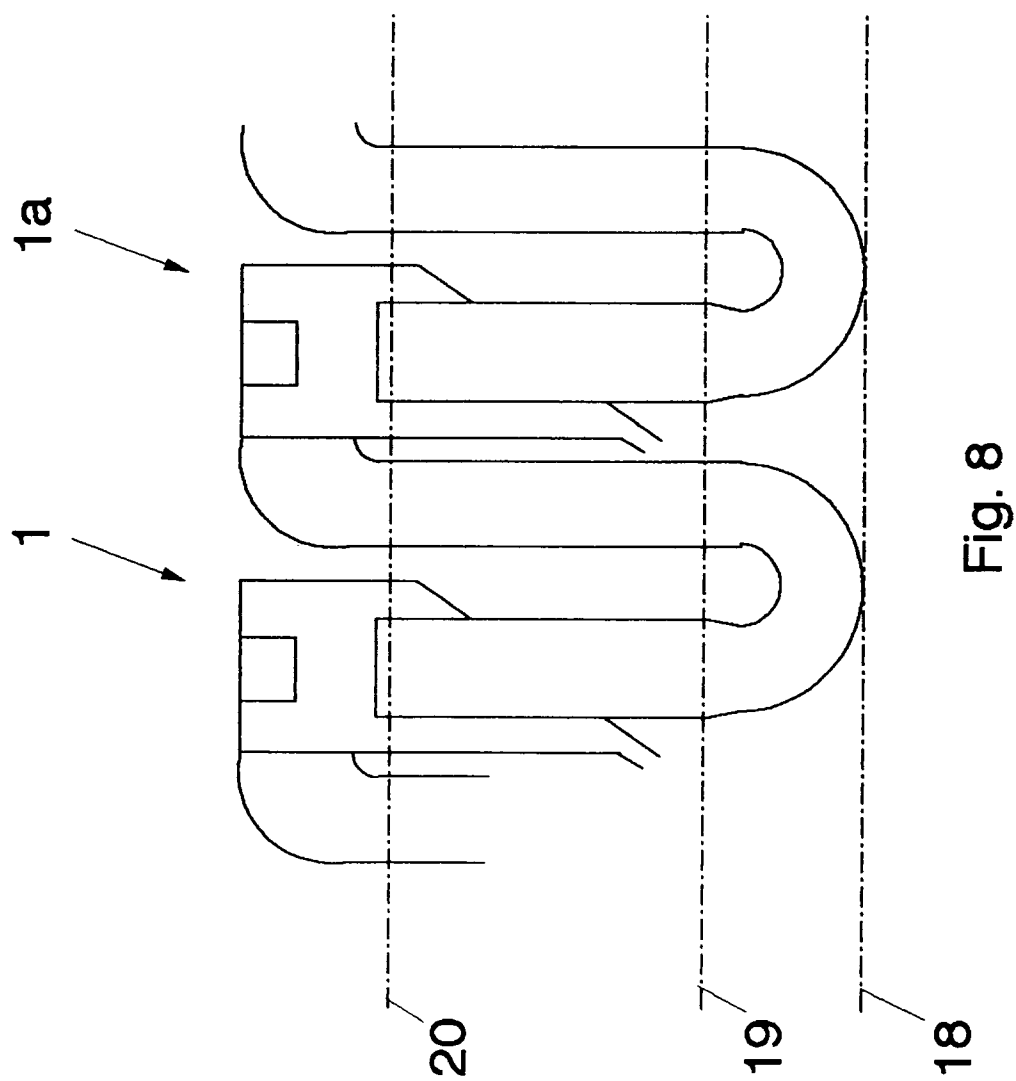


Fig. 8

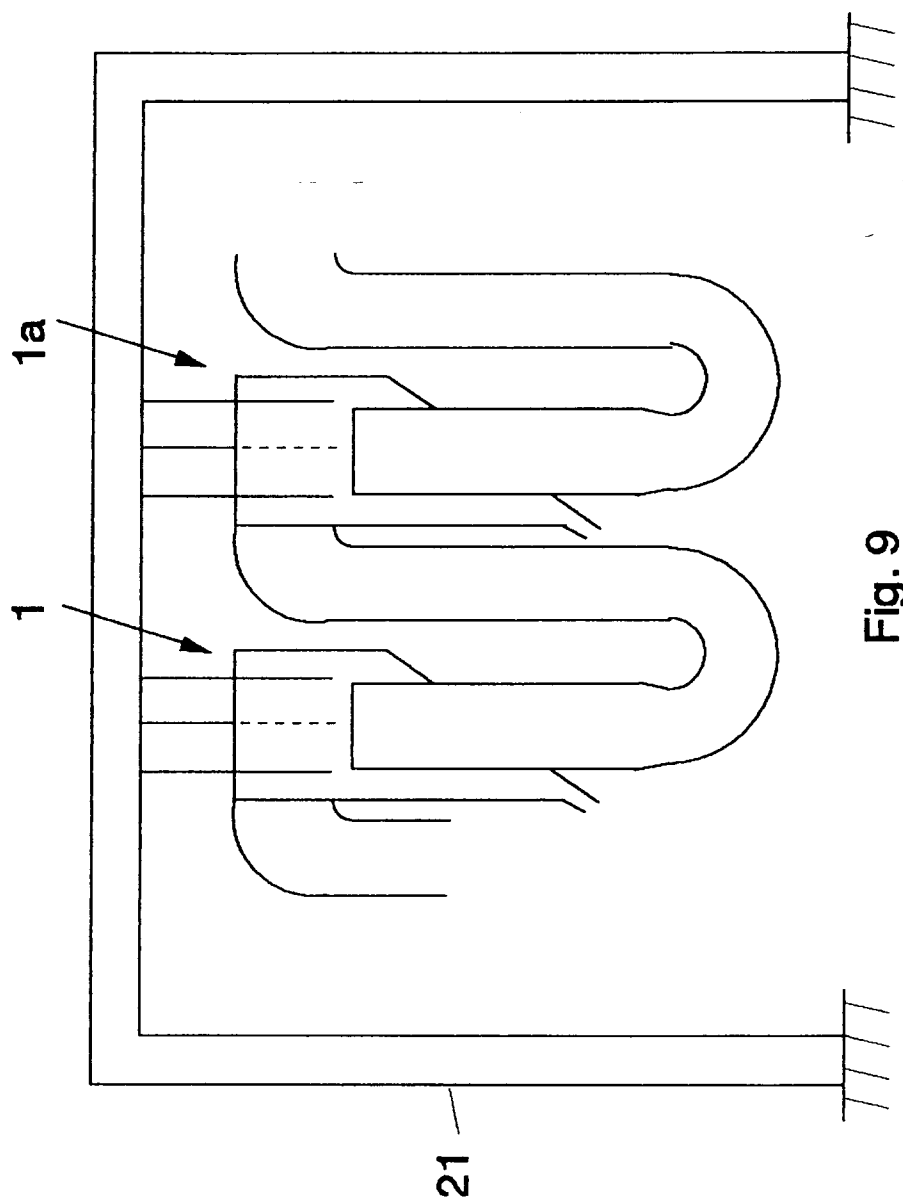


Fig. 9

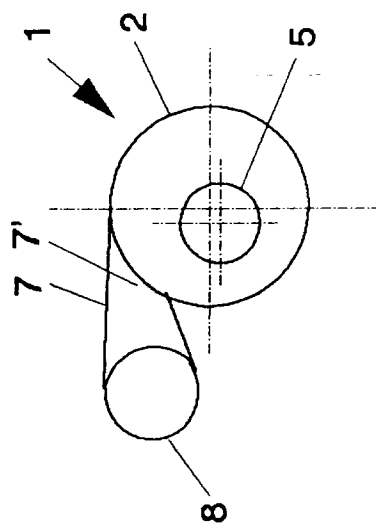


Fig. 11

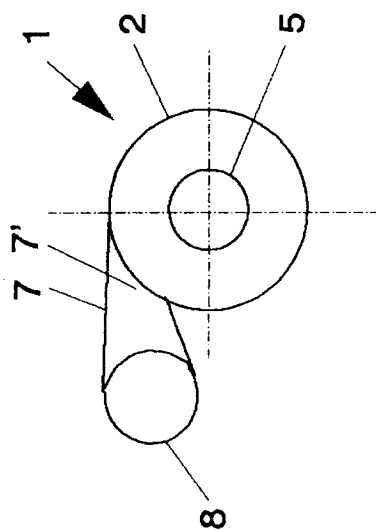


Fig. 10

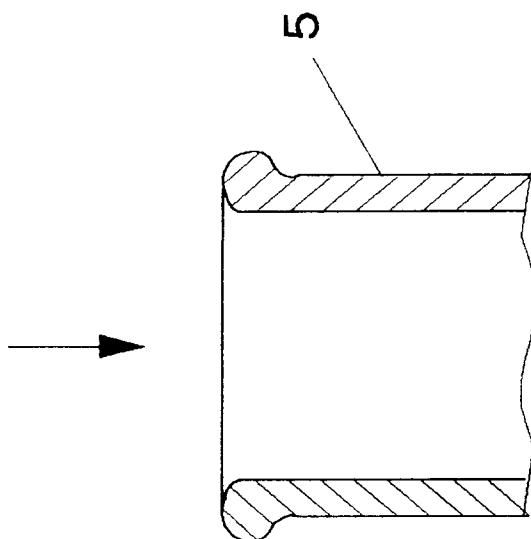


Fig. 12

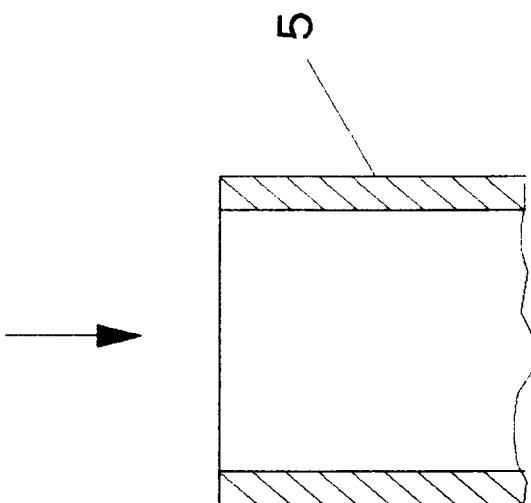


Fig. 13



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 93 11 0554

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
Y	US-A-2 866 272 (S.PEDERSEN) * Ansprüche; Abbildungen * ---	1	F27B7/20 B04C3/04 F27B15/00
Y	DE-C-883 555 (H.JUNKMANN) * Das ganze Dokument * ---	1	
A	US-A-4 477 339 (J.P.WHALEY) * Spalte 2, Zeile 50 - Zeile 68; Ansprüche; Abbildungen * ---	1 2,3	
A	EP-A-0 142 181 (METALLGESELLSCHAFT AG) ---		
A	FR-A-1 418 655 (F.L.SMIDTH) ---		
A	EP-A-0 461 003 (T.GAUTHIER) -----		
			<b>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)</b>
			F27B B04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschließdatum der Recherche 22. Oktober 1993	Prüfer COULOMB, J
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b>			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	