

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ Patentschrift  
①⑪ DE 3504807 C2

⑤① Int. Cl. 4:  
E04B 1/58  
E 04 B 1/19

②① Aktenzeichen: P 35 04 807.7-25  
②② Anmeldetag: 13. 2. 85  
④③ Offenlegungstag: 14. 8. 86  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 19. 1. 89

DE 3504807 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Schüco Heinz Schürmann GmbH & Co, 4800  
Bielefeld, DE

⑦④ Vertreter:

Vogel, G., Pat.-Ing., 7141 Schwieberdingen

⑦⑦ Erfinder:

Grimm, Friedrich Björn, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gebrachte Druckschriften:

DE-OS 17 08 005  
FR 24 71 455

⑤④ Knotenelement für ein Raumfachwerk

DE 3504807 C2

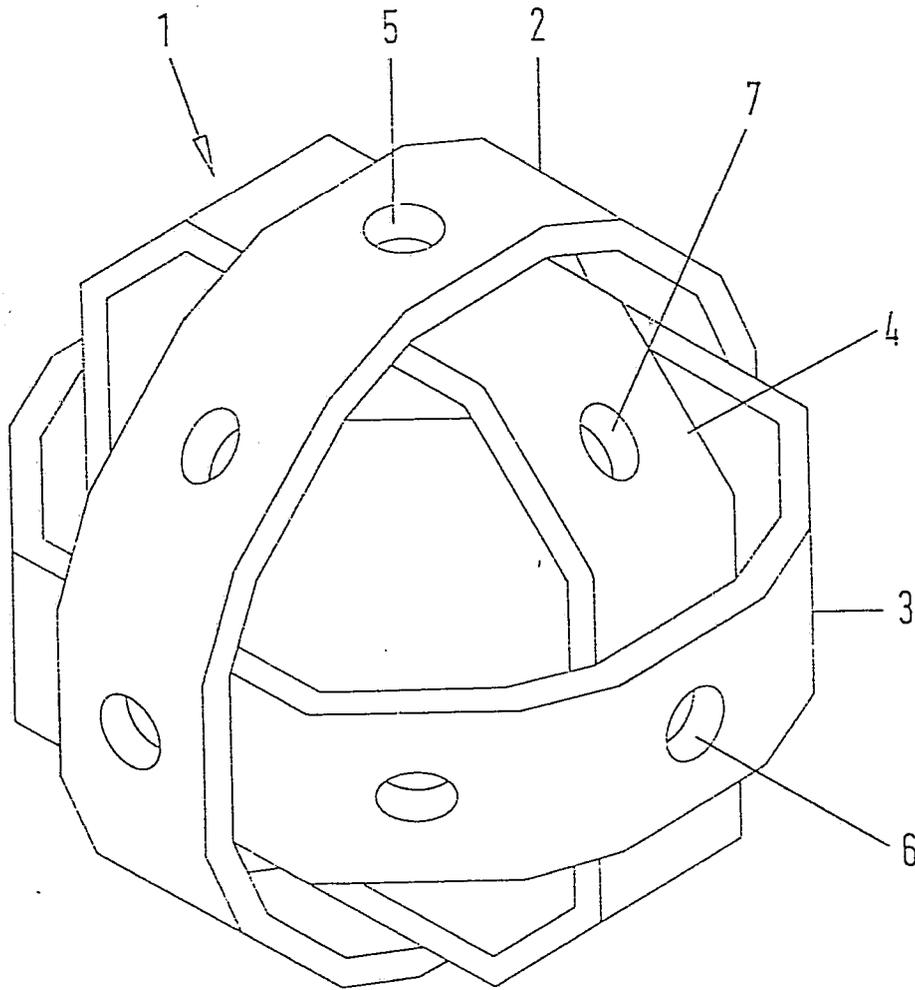


FIG.1

## Patentansprüche

1. Knotenelement für ein Raumbachwerk, das aus drei zumindest annähernd ringförmigen, konzentrisch zueinander angeordneten und in verschiedenen Verbindungsebenen liegenden Körpern besteht, die untereinander lösbar verbunden sind und eine gleiche Anzahl von Anschlüssen für stabförmige Verbindungsstücke aufweisen, wobei der innere Körper des Knotenelementes rechtwinklig in den mittleren Körper des Knotenelementes einsteckbar und an diesem unverschieblich festlegbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere Körper (2, 33, 55) des Knotenelementes (1, 30, 50) rechtwinklig zum mittleren Körper (3, 32, 56) und zum inneren Körper (4, 31, 57) des Knotenelementes (1, 30, 50) auf den mittleren und inneren Körper aufsteckbar und an diesen festlegbar ist und daß außerhalb der Verbindungsstellen der Körper (2, 3, 4; 31, 32, 33; 55, 56, 57) untereinander die Anschlüsse der drei Körper den gleichen Abstand zum Mittelpunkt des Knotenelementes (1, 30, 50) aufweisen.
2. Knotenelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Außen- und Innenumriß der Körper (2, 3, 4) ein Vieleck ist.
3. Knotenelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Körper (2, 3, 4) einen achteckigen Außen- und Innenumriß besitzen.
4. Knotenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die als Anschlüsse ausgebildeten Verbindungselemente (5, 6, 7) radial verlaufende, am Umfang der Körper (2, 3, 4) gleichmäßig verteilte Bohrungen sind.
5. Knotenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die einander zugekehrten Verbindungsstellen der miteinander in Verbindung stehenden Körper (31, 32, 33; 55, 56, 57) Ausnehmungen (36, 37, 38; 58, 59, 60) komplementärer Gestalt aufweisen.
6. Knotenelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Körper (31, 32, 33; 55, 56, 57) aus einem elastischen Material bestehen.
7. Knotenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlüsse (40, 41, 42; 51, 52) als Laschen ausgebildet sind.
8. Knotenelement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschen (40, 41, 42; 51, 52) kreisrunde Bohrungen aufweisen, deren Mittelachsen rechtwinklig zur Verbindungsebene, in der sich die Laschen (40, 41, 42; 51, 52) befinden, verlaufen.
9. Knotenelement nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschen (40, 41, 42) an den Innenseiten und zwischen den Verbindungsstellen der Körper (31, 32, 33) untereinander ausgebildet sind.
10. Knotenelement nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschen (51, 52) an den Außenseiten der Körper (55, 56, 57) ausgebildet sind.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Knotenelement für ein Raumbachwerk, das aus drei zumindest annähernd ringförmigen, konzentrisch zueinander angeordneten und in verschiedenen Verbindungsebenen liegenden Körpern besteht, die untereinander lösbar verbunden sind und eine gleiche Anzahl von Anschlüssen für stabförmige

Verbindungsstücke aufweisen, wobei der innere Körper des Knotenelementes rechtwinklig in den mittleren Körper des Knotenelementes einsteckbar und an diesem unverschieblich festlegbar ist.

- Bei bekannten Knotenelementen der eingangs genannten Art, wie sie z. B. in der FR-OS 24 71 455 beschrieben sind, sind die drei ringförmigen Körper auf einem gemeinsamen Lagerbolzen frei drehbar gelagert, der alle Körper diametral durchbringt. Die Körper lassen sich beliebig gegeneinander verdrehen und in beliebige Winkelstellungen zueinander bringen. Alle Körper tragen gleichmäßig verteilte Verbindungselemente zum Anschluß der stabförmigen Verbindungsstücke. Bei diesem bekannten Knotenpunkt können die Körper mit ihren Verbindungselementen nicht in die drei senkrecht zueinander stehenden Raumebenen ausgerichtet werden, und es müssen unterschiedlich lange Verbindungsstücke zwischen den Knotenelementen verwendet werden, da deren Länge davon abhängig ist, ob das Verbindungsstück äußere, mittlere oder innere Körper der Knotenelemente miteinander verbindet.

Sollen Verbindungsstücke auch einen äußeren Körper mit einem mittleren oder inneren Körper oder einen mittleren Körper mit einem inneren Körper benachbarter Knotenelemente miteinander verbinden, dann sind weitere Verbindungsstücke unterschiedlicher Länge erforderlich. Dies erhöht nicht nur den Teileaufwand für derartige Raumbachwerke, es wird auch die Montage derselben wesentlich erschwert.

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Knotenelement der eingangs erwähnten Art zu schaffen, das Anschlußmöglichkeiten in den drei senkrecht zueinander stehenden Raumebenen gestattet und das die Verwendung von stabförmigen Verbindungsstücken mit gleicher Länge ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der äußere Körper des Knotenelementes rechtwinklig zum mittleren Körper und zum inneren Körper des Knotenelementes auf den mittleren und inneren Körper aufsteckbar und an diesen festlegbar ist und daß außerhalb der Verbindungsstellen der Körper untereinander die Anschlüsse der drei Körper den gleichen Abstand zum Mittelpunkt des Knotenelementes aufweisen.

- Die drei Körper sind von Profilsträngen leicht ablangbar und zu dem Knotenelement zusammensteckbar. Da alle Verbindungselemente aller Körper denselben Abstand zum Mittelpunkt des Knotenelementes aufweisen, ergeben sich im Raumbachwerk zwangsweise Verbindungsstücke einheitlicher Länge. Diese Ausgestaltung der Knotenelemente hat zudem den Vorteil, daß auch der innere und der mittlere Körper bzw. der mittlere und der äußere Körper zu einem einfacheren Knotenelement zusammengesteckt werden können, wenn das Raumbachwerk Verbindungsstücke nur in zwei Raumebenen verwendet.

Weitere vorteilhafte Maßnahmen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

- Eine besonders vorteilhafte Maßnahme der Erfindung sieht vor, daß der Außen- und der Innenumriß der Körper ein Vieleck, vorzugsweise ein Achteck ist, wobei der äußere Körper ein regelmäßiges Achteck ist.

Wenn bei diesem Knotenelement die Verbindungselemente als radial verlaufende, am Umfang der Körper gleichmäßig verteilte Bohrungen ausgebildet sind, dann ist die Kälteverteilung innerhalb des Knotenelementes ganz besonders gut, da sich die Kräfte gegenseitig kompensieren.

Bei Knotenelementen, deren Körper beispielsweise

aus kreisrunden Ringen bestehen, kann die gewünschte Form- und Kraftschlüssigkeit dadurch erreicht werden, daß die Verbindungsstellen der miteinander in Verbindung stehenden Körper Ausnehmungen komplementärer Gestalt aufweisen. Bestehen solche Körper aus elastischem Material, dann ist der Zusammenbau einzelner Knotenelemente besonders einfach und schnell ausführbar.

Bei derartigen Knotenelementen ist es vorteilhaft, die Anschlüsse als Laschen auszubilden, wobei diese Maßnahmen auch so getroffen sein können, daß die Laschen kreisrunde Bohrungen aufweisen, deren Mittelachsen rechtwinklig zur Verbindungsebene, in der sich die Laschen befinden, verlaufen.

Die Laschen können hierbei entweder an der Innenseite und zwischen den Verbindungsstellen der Körper oder an den Außenseiten der Körper angebracht sein.

Die durch die Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere in einer wesentlichen Vereinfachung der Herstellung der Knoten und Stabelemente sowie in einer merklichen Vereinfachung der Montagetechnik. Wenn beispielsweise ein Knotenelement mit achtzehn Verbindungselementen (Stabanschlußmöglichkeiten) hergestellt werden soll, dann sind nur drei unterschiedlich ausgebildete Ringe mit jeweils acht Bohrungen erforderlich. Die Ringe können auf einfache Weise als Abschnitte eines Strangpressprofils (Aluminium), eines Strangußprofils (Stahl) oder eines kalt bzw. warm verformten Hohlprofils hergestellt werden.

Nach dem Ausstanzen oder Ausbohren von jeweils acht Durchbrüchen in jedem Körper (Ring) und nach einer eventuellen Oberflächenbehandlung sind die Einzelteile des Knotenelementes montagefertig.

Die erfindungsgemäße Anschlußtechnik hat eine Vereinfachung der konstruktiven Ausbildung der Verbindungsstücke (Stabelemente) zur Folge. Hier können nämlich die Stabelemente so ausgebildet sein, daß sie jeweils nur eine stirnseitige Gewindebohrung aufweisen. Für den Fall, daß die Verbindungselemente (Stabanschlußflächen) etwa in einem Strangpressverfahren (Aluminium) bereits in die Körper (Ringe) eingepreßt sind, müssen die Verbindungsstücke (Stabenden) so ausgebildet sein, daß sie komplementäre Anschlußflächen aufweisen. Das einzelne Knotenelement gewinnt seine endgültige Gestalt und konstruktive Versteifung erst durch die Verschraubung mit den Verbindungsstücken. Dies ist eine prinzipielle Vereinfachung bei der Herstellung von Raumgittern.

Besonders hervorzuheben ist hierbei die Möglichkeit der schnellen Montage, wobei der Grad der Vormontage am Boden und auch die Montagerichtung frei an den allgemeinen Raumablauf angepaßt werden können. Das Auswechseln von Verbindungsstücken kann jederzeit erfolgen, ohne das Raumfachwerk zu zerstören.

Drei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 ein aus drei rechtwinklig zueinander angeordneten Körpern bestehendes Knotenelement,

Fig. 2 eine vertikale Draufsicht auf einen inneren Körper, bei dem die Unterschiede zum mittleren und äußeren Körper gestrichelt dargestellt sind,

Fig. 3 einen Schnitt durch ein Knotenelement mit angeschraubten Verbindungsstücken,

Fig. 4 eine Draufsicht auf ein Verbindungsstück aufweisendes Knotenelement, und zwar in Richtung der Verbindungsebene des äußeren Körpers,

Fig. 5, 6 und 7 den äußeren, mittleren und inneren

Körper des in Fig. 4 dargestellten Knotenelementes,

Fig. 8 ein weiteres Ausführungsbeispiel des Knotenelementes, bei dem die Verbindungselemente als Augen an den Innenseiten der Körper ausgebildet sind,

Fig. 9, 10 und 11 den inneren, mittleren und äußeren Körper des in Fig. 3 dargestellten Knotenelementes,

Fig. 12 ein weiteres Ausführungsbeispiel des Knotenelementes, bei dem die Verbindungselemente als Augen an den Außenseiten der Körper ausgebildet sind, und

Fig. 13, 14 und 15 den äußeren, mittleren und inneren Körper des in Fig. 12 dargestellten Knotenelementes.

In der Zeichnung ist ein Teil eines Raumfachwerkes mit Verbindungselemente aufweisenden Knotenelementen dargestellt, die aus lösbar verbindbaren Körpern bestehen und deren Ummantelung annähernd kugel- oder polyederförmig ausgebildet ist. Das Raumfachwerk weist ferner rohr- und/oder stabförmige Verbindungsstücke auf, die mit den Verbindungselementen der mit Abstand zueinander angeordneten Knotenelemente beispielsweise mittels Schraubverbindungen lösbar verbindbar sind. Die Knotenelemente sind aus ringförmigen und konzentrisch angeordneten Körpern gebildet. Jeder Körper definiert eine Verbindungsebene mit gleicher Anzahl von Verbindungselementen.

Wie insbesondere aus den Fig. 1 zu entnehmen ist, besteht das Knotenelement 1 aus drei rechtwinklig zueinander angeordneten Körpern 2, 3 und 4, und zwar aus einem inneren Körper, der in einem mittleren Körper 3 angeordnet ist, und aus einem äußeren Körper 2, in dem der mittlere Körper 3 angeordnet ist. Die drei genannten Körper 2, 3 und 4 weisen jeweils eine gleiche Anzahl von Verbindungselementen 5, 6, und 7 auf. Im vorliegenden Falle weist jeder Körper 2, 3 und 4 jeweils acht radial ausgerichtete, in Form von Bohrungen ausgebildete Anschlüsse auf.

Die Körper 2, 3 und 4 des Knotenelementes 1 sind miteinander so verbunden, daß der innere Körper 4 mit dem mittleren Körper 3 und mit dem äußeren Körper 2 außenseitig verbunden ist, während der mittlere Körper 4 mit dem inneren Körper 4 innenseitig und mit dem äußeren Körper 2 außenseitig in Verbindung steht. Somit ergibt sich sowohl eine kraft- als auch eine formschlüssige Verbindung zwischen den Körpern 2, 3 und 4.

Diese Verbindung ist im übrigen bei jedem hier dargestellten Ausführungsbeispiel vorhanden.

An denjenigen Stellen der Körper 2, 3 und 4, an denen sich jeweils zwei Körper überlappen, sind die Anschlüsse (Bohrungen) 5 und 6 so ausgebildet, daß sie mit den benachbarten Bohrungen des anderen Körpers fluchten. Es ist daher möglich, die Verbindungsstücke 10, 11 (vgl. Fig. 4) mit dem Knotenelement 1 beispielsweise mittels verschieden langer Schrauben 12 und 13 zu verbinden. Die Köpfe der Schrauben 12 und 13 befinden sich im Innenraum der Knotenelemente 1.

Die Körper 2, 3 und 4 sind so ausgebildet, daß deren Außen- und Innenumriß ein Vieleck oder kreisrund ist.

In dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 bis 7 haben die Körper 2, 3 und 4 einen achteckigen Außen- und Innenumriß. Hierbei ist der äußere Körper 2 ein regelmäßiges Achteck, dessen diagonal gegenüberliegenden Seiten 15 und 16 mit einem lichten Abstand von  $x$  (cm) voneinander angeordnet sind (Fig. 5). Der mittlere Körper 3 weist bis auf zwei diagonal gegenüberliegende Seiten 18 und 19, deren äußere Schlüsselweite  $x$  (cm) beträgt, im wesentlichen die gleiche Form wie der äußere Körper 2 auf. Die äußere Schlüsselweite der diagonal gegenüberliegenden Seiten 20 und 21, des inneren Körpers 4, die mit dem mittleren Körper 3, sowie der Seiten

22 und 23, die mit dem äußeren Körper 2 in Verbindung stehen, beträgt  $x$  (cm).

Der Unterschied zwischen dem inneren und dem äußeren Körper 4 und 2 ist besonders deutlich aus der Fig. 2 zu entnehmen, in welcher der äußere Körper 2 gestrichelt dargestellt ist. Man erkennt auch, daß die Bohrungen 5 und 5' dieselbe Mittelachse haben.

Die Fig. 3 und 4 lassen erkennen, daß die Knotenelemente 1 mit Verbindungsstücken 10 und 11 bzw. 10' und 11' verbindbar sind, deren Durchmesser sich deutlich unterscheiden. Bei den Verbindungsstücken 10' und 11' mit großem Durchmesser sind zu den Knotenelementen 1 hin sich verjüngende Verbindungsstützen 26, 27 vorhanden, mit denen eine Unabhängigkeit zwischen den Knotenelementen 1 und den Verbindungsstücken 10', 11' bezüglich ihrer Durchmesser erreichbar ist. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn der Benutzer ein Raumfachwerk haben möchte, bei dem die Knotenelemente nicht in Erscheinung treten sollen. Andererseits ist auch ein Raumfachwerk herstellbar, bei dem die Knotenelemente im Vergleich zum Durchmesser der Verbindungsstücke deutlich größer sind und beispielsweise als Lampengehäuse dienen.

In den Fig. 8 bis 11 ist ein Knotenelement 30 mit den dazu erforderlichen ringförmigen Körpern 31, 32, 33 dargestellt. Der innere Körper 31 weist am Außenumfang Ausnehmungen 36 auf, die mit den Ausnehmungen 37 und 38 komplementärer Gestalt des mittleren und äußeren Körpers 32 und 33 verbindbar sind. Da diese Körper aus einem elastischen Material ausgebildet sind, kann durch Verformung eine form- und kraftschlüssige Verbindung zwischen den einzelnen Körpern ohne weiteres hergestellt werden.

Am Innenumfang der Körper 31, 32 und 33 sind Augen 40, 41 und 42 ausgebildet, die als Verbindungselemente der Knotenelemente 30 dienen.

Bei dem Knotenelement 50, wie es in Fig. 12 dargestellt ist, sind die Augen 51 und 52 am Außenumfang der Körper 55, 56 und 57 ausgebildet. Auch in diesem Falle weisen die Körper 55, 56 und 57 Ausnehmungen 58, 59 und 60 auf, durch die eine kraft- und formschlüssige Verbindung zwischen den Körpern 55, 56 und 57 herstellbar ist.

Die obigen Beispiele machen deutlich, daß ein neuartiges Prinzip für die Herstellung von Knotenelementen zur Erzeugung von Raumfachwerken bzw. Raumgittern vorgeschlagen wird. Die strukturellen Bausteine dieser Raumgitter sind die Grundkörper Tetraeder, Hexaeder und Oktaeder. An das Knotenelement können also theoretisch achtzehn Verbindungsstücke angeschlossen werden. Die Knotenelemente setzen sich aus drei verschiedenen Ringen zusammen, die als Abschnitte von drei verschiedenen Rohrprofilen abgelängt werden können.

Die drei jeweils rechtwinklig zueinander stehenden Körper (Ringe) der Knotenelemente bilden durch die Verschraubung mit den Stäben ein räumliches Gebilde, das in bezug auf die Übertragung von Zug- und Druckkräften einer Hohlkugel ähnlich ist.

Die Breite, die Dicke und der Durchmesser der Körper (Ringe) hängen zwangsweise zusammen, sind aber grundsätzlich variabel. Das heißt: die Festlegung einer dieser drei Variablen bestimmt die Maße der beiden anderen Körper (Ringe).

Die ringförmigen Körper können auch mit wesentlich größerer Ringdicke ausgelegt werden. Es lassen sich dann radial gerichtet über Eingangsöffnungen zugängliche Lagerschalen als Verbindungselemente einbringen.

Die Verbindungsstücke tragen dann zylinderförmige Lagerkörper, die mit einem auf die Eingangsöffnungen abgestimmten Verbindungssteg mit dem Verbindungsstück verbunden sind. Die Verbindungsstücke können dann quer zum ringförmigen Körper in die Lagerschalen eingeführt und durch Spreizen des Lagerkörpers darin festgelegt werden.

---

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

---

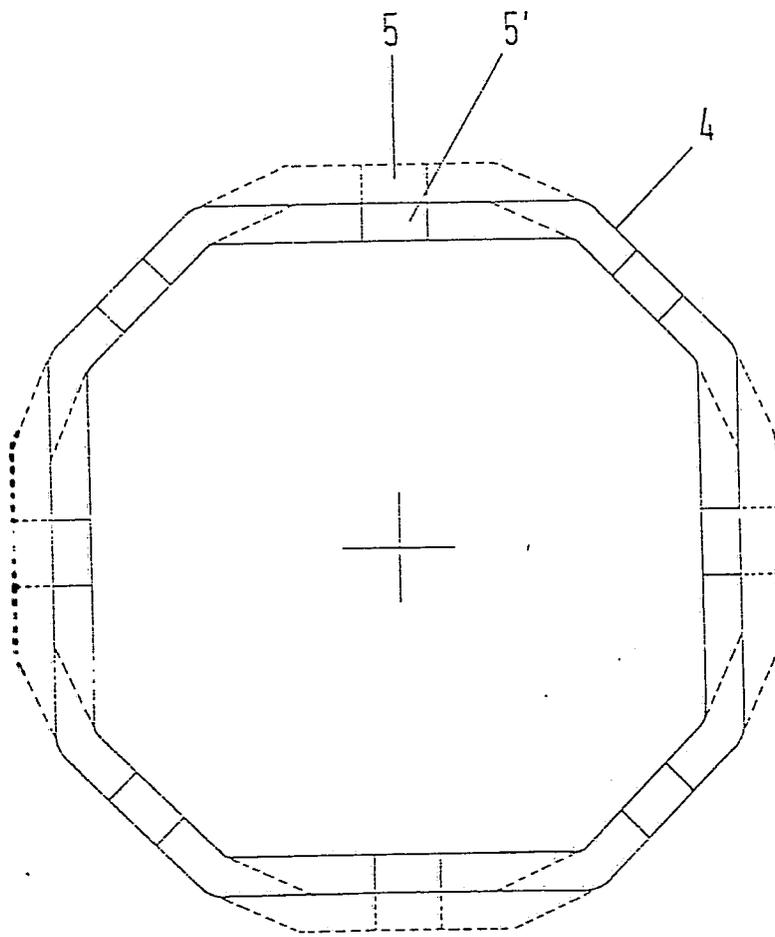


FIG. 2

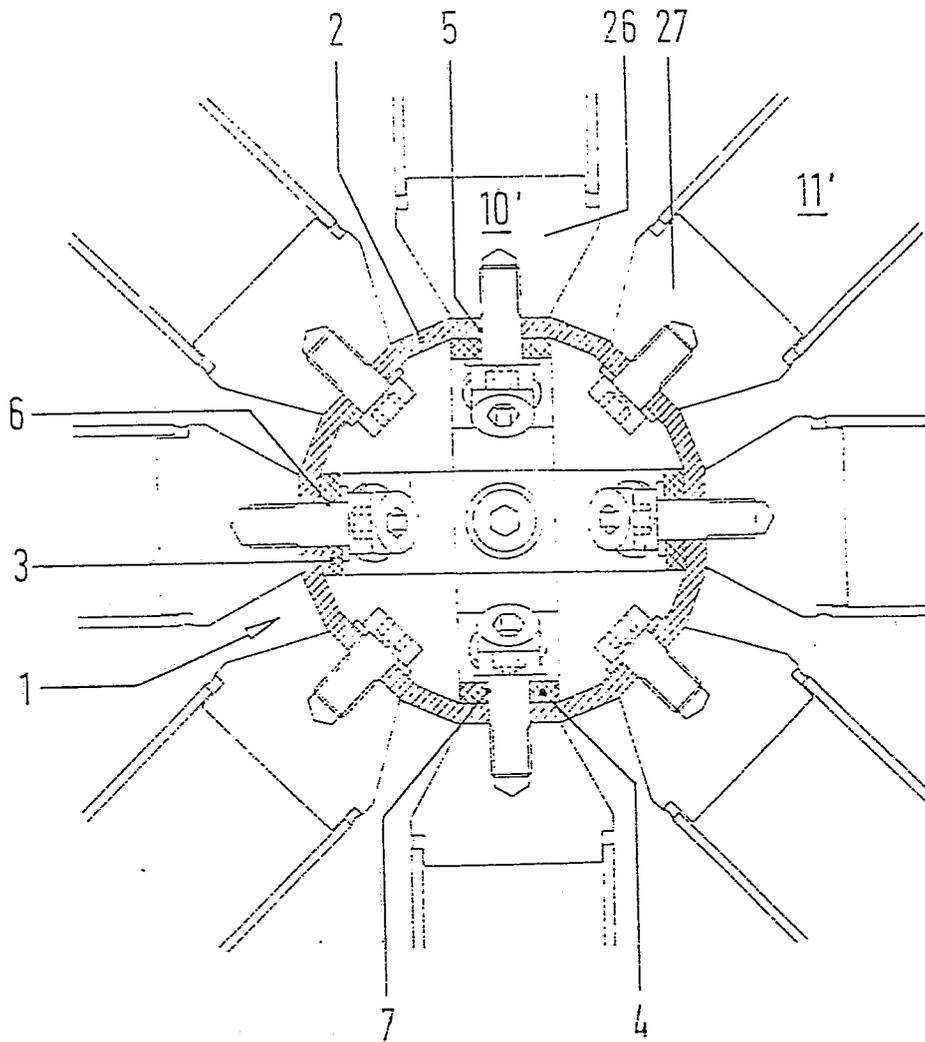


FIG. 3

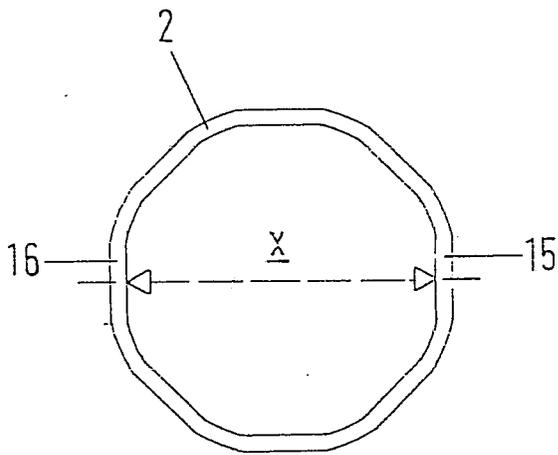


FIG. 5

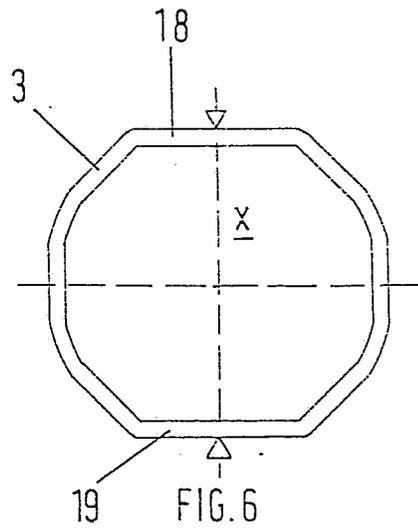


FIG. 6

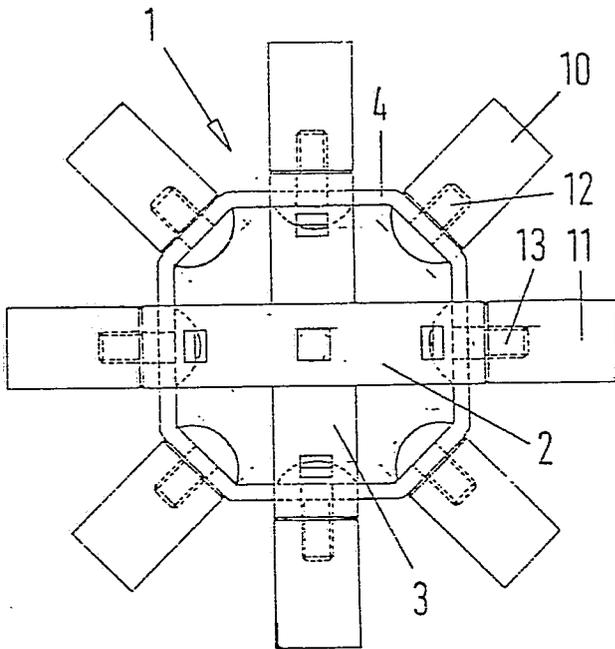


FIG. 4

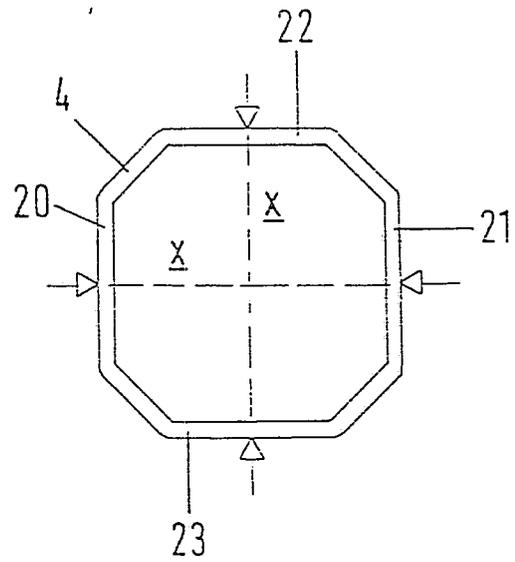


FIG. 7

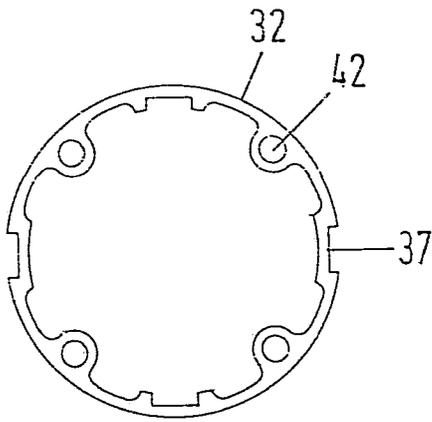


FIG. 10

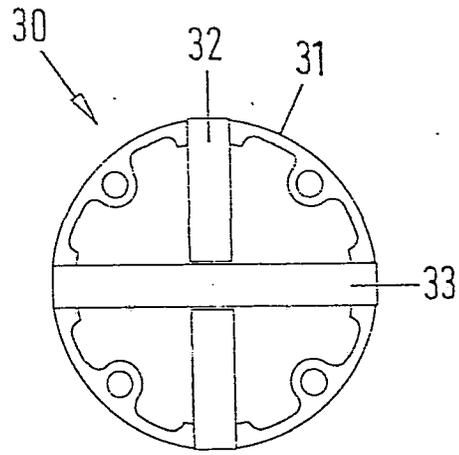


FIG. 8

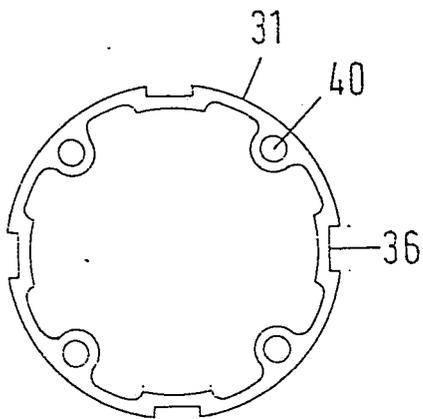


FIG. 9

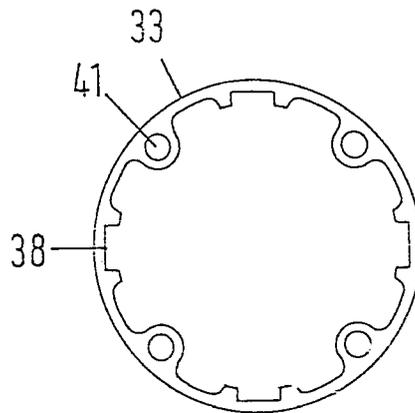


FIG. 11

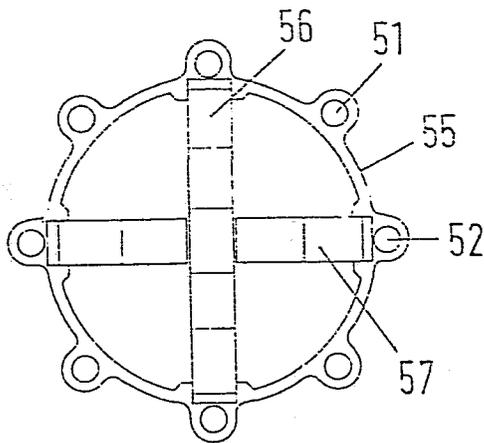


FIG. 12

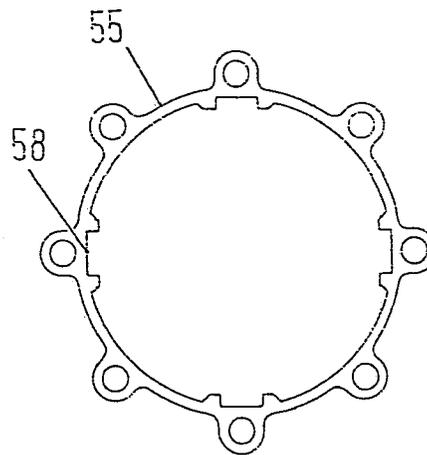


FIG. 13

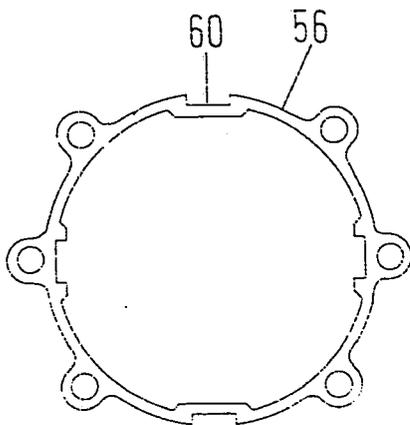


FIG. 14

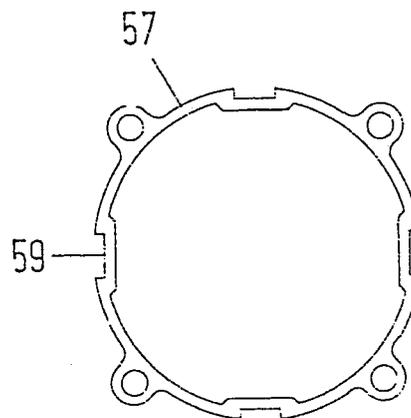


FIG. 15