



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 41 01 276 C 2

51 Int. Cl. 8:
E 04 B 1/19

21 Aktenzeichen: P 41 01 276.3-25
22 Anmeldetag: 17. 1. 91
43 Offenlegungstag: 13. 8. 92
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 11. 7. 96

DE 41 01 276 C 2

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

73 Patentinhaber:
Grimm, Friedrich Björn, Dipl.-Ing., 70376 Stuttgart,
DE

74 Vertreter:
Vogel, G., Pat.-Ing., 71701 Schwieberdingen

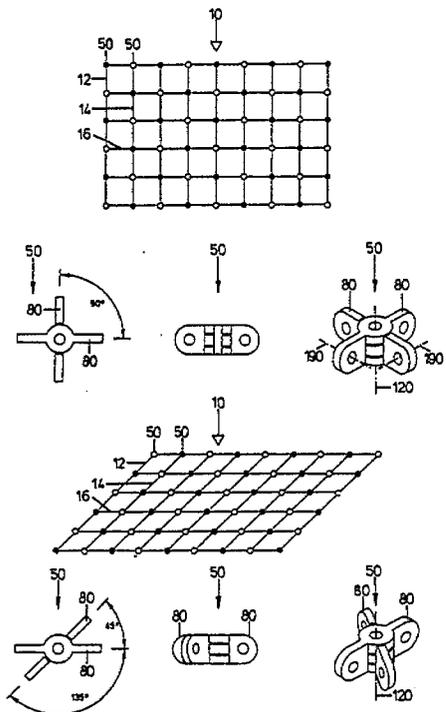
72 Erfinder:
gleich Patentinhaber

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 39 39 878 A1
DE 39 07 770 A1
DE 37 36 784 A1

54 Raumbachwerk

57 Knotenkörper für ein Raumbachwerk mit mindestens drei Schenkeln (80-112) für die Befestigung von stabförmigen, geraden oder gekrümmten Elementen (12-49) in einer Anschlußebene, bei dem die relative Lage benachbarter Schenkel (80-112) zueinander dadurch veränderbar und in der gewünschten Lage feststellbar ist, daß der Knotenkörper von mindestens zwei Einheiten gebildet ist, die jeweils mindestens einen der Schenkel (80-112) aufweisen und an eine gemeinsame, zur Anschlußebene der Elemente senkrecht verlaufende Schwenkachse (120-147) verdrehbar und unverdrehbar miteinander verbindbar sind.



DE 41 01 276 C 2

Die Erfindung betrifft einen Knotenkörper für ein Raumbauwerk mit mindestens drei Schenkeln für die Befestigung von stabförmigen geraden oder gekrümmten Elementen.

Solche Knotenkörper sind aus der DE-OS 37 36 784 bekannt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Knotenkörper dieser Art zu verbessern. Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung mit einem Knotenkörper mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

Weitere zweckmäßige und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Bei gekrümmten Stabwerken, deren Geometrie auf einen Ausgangspunkt bezogen ist, unterscheiden sich sowohl die Winkel als auch die Stablängen der an einem Knotenpunkt angreifenden Stäbe. Für derartige Konstruktionen können die Knotenkörper bis zu acht voneinander unabhängig drehbare Schenkel aufweisen. Bei diesen Konstruktionen sind sowohl die zwischen den unterschiedlich langen Stäben gebildeten Flächen als auch die Winkel aneinandergrenzender Stäbe unregelmäßig. Bei Konstruktionen, die nicht auf einen Ausgangspunkt bezogen sind, ist es möglich, gekrümmte Flächen herzustellen und dabei die Stablängen konstant bzw. gleichlang zu halten.

Die Felder derartiger Konstruktionen werden entweder von unterschiedlichen Vierecken oder von unterschiedlichen Sechsecken oder aber auch von Achtecken in Kombination mit unterschiedlichen Vierecken gebildet. Derartige gekrümmte Flächen werden bei Zugbeanspruchung Seilnetze genannt, bei Druckbeanspruchung werden sie Gitterschale genannt. Der entscheidende Vorteil dieser Systeme liegt darin, daß sie sich aus einer Vielzahl gleich langer Stäbe zusammensetzen. Nachteilig ist die Verformungsanfälligkeit derartiger Netze, weil die geradzahigen Vielecke keine Dreiecksflächen bilden. Deshalb muß dieser Nachteil durch eine Verbundwirkung des Stabwerkes mit den ausfachenden Flächenelementen kompensiert werden. Die gebräuchlichsten Gitterschalen bzw. Gitternetze sind solche, bei denen ein Quadratraster in ein Netz verschiedener Rauten überführt werden kann, um die räumliche Wölbung zu ermöglichen. Als besonderer Vorteil kann hier die Tatsache gesehen werden, daß es nicht notwendig ist, alle vier von der Mitte des Knotens abgehenden Anschlußstücke unabhängig voneinander bezüglich der Mitte des Knotens drehbar auszubilden, sondern daß die Transformation eines Quadrates in eine Raute lediglich erfordert, daß die einander benachbarten Schenkel gegeneinander verstellbar sind. Die einander gegenüberliegenden Schenkel bzw. Stabanschlußstücke können dabei relativ zueinander starr bleiben. Es ist daher möglich, einen Knotenkörper zu konstruieren, der aus zwei gegeneinander beweglichen Einheiten besteht. Es versteht sich von selbst, daß ein Knotenkörper, der sich nur aus zwei Einheiten zusammensetzt, für die Übertragung der auftretenden Kräfte besser geeignet ist als ein Knotenkörper, der mehr als zwei Einheiten aufweist. Die Schenkel der Knotenkörper sind mit einer Bohrung ausgestattet, die es erlaubt, den Stab drehbar anzuschließen. Eine zweite Bohrung bzw. ein Kreissegmentloch erlaubt es, den Stab genau in der Geometrie zu fixieren, die die gewünschte Wölbung der Konstruktion erfordert. Die zweite Schraube ist also notwendig, um aus der gelenkigen Verbindung eine starre Verbindung

zu machen. Sind alle vier an den Knotenkörper angreifenden Stäbe auf diese Weise starr mit dem Knoten verbunden, kann die freie Beweglichkeit der freien Enden um den zentralen Durchbruch in der Mitte des Knotens bleiben; sie ist durch den starren Anschluß der Stäbe unterbunden. Bei dieser Variante ist es also erforderlich, die gelenkigen Stabanschlüsse durch geeignete Maßnahmen zu versteifen, um zu einem funktionstüchtigen Tragwerk zu kommen. Ein anderer Weg, den Freiheitsgrad kinematischer Netze so einzuschränken, daß sie als Tragwerk funktionieren können, besteht darin, die Verstellbarkeit der an den zentralen Grundkörper angeordneten Schenkel zu unterbinden, sobald die gewünschte Geometrie erreicht ist. In diesem Falle können die Stäbe gelenkig, d. h. durch Drehgelenke, mit den Stabanschlußstücken des Knotenkörpers verbunden werden und auch im endgültigen Einbauzustand als gelenkige Verbindung verbleiben, da es genügt, die Verdrehbarkeit der Schenkel zueinander durch einen geeigneten Mechanismus zu unterbinden. Dies kann durch eine Schraube geschehen, die die Einheiten des Knotenkörpers im Einbauzustand so zusammenspannt, daß durch Reibung oder formschlüssig zusammenarbeitende Vor- und Rücksprünge ein Verdrehen der beiden Hälften des Knotenkörpers ausgeschlossen wird.

Die Konstruktion ist insbesondere für einlagige Systeme geeignet, kann gegebenenfalls auch durch Unterspannungen zu einem zweilagigen System erweitert werden. In diesem Fall stehen die gegeneinander verdrehbar angeordneten Schenkel des Knotenkörpers in der die Drehachse durchquerende Schraube in Druckverbindung mit einem koaxial angeordneten Stab. Die Vorteile des Systems sind sowohl bei zugbeanspruchten Hängedächern von Bedeutung als auch bei druckbeanspruchten Gewölben, sei es, daß es sich dabei um einachsige gekrümmte Systeme oder aber auch um zweiachsige gekrümmte Systeme mit regelmäßiger oder unregelmäßiger Ausformung handelt. Die zwischen die Elemente einlegbaren ausfachenden Elemente können aus einer zugbeanspruchten Membran aber auch aus schubsteif ausgebildeten Paneelen aus Holz, Metall oder Verbundwerkstoffen hergestellt werden. Sie übernehmen die Aussteifung des Stabwerks, das sich deshalb nicht notwendigerweise aus Dreiecken zusammensetzt. Die aussteifenden Flächen sind als Ebene aber auch als gekrümmte Flächen herstellbar und werden an ihren Rändern von den als Klemmschienen ausgebildeten Stäben erfaßt und durch eine mit Momentenschlüssel kontrollierbare Vorspannung der Verschraubungen kraftschlüssig mit diesen verbunden. Neben einer reinen Prebleistenkonstruktion sind auch formschlüssige Verbindungen möglich, indem entsprechende Vor- und Rücksprünge der Stabhälften mit den Rändern der Flächenelemente zusammenwirken. Wird die Aussteifung von einer zugbeanspruchten Membrane gebildet, kann diese Membrane mehrere Felder umfassen bzw. als eine Fläche die gesamte Konstruktion bedecken.

Über die in den Zeichnungen dargestellten Möglichkeiten hinaus können die Gelenke durch Reibung oder aber auch andere Metallkleber versteift werden, sobald das Tragwerk in die endgültige Einbausituation gebracht wurde.

Eine andere Möglichkeit, um die gegeneinander verstellbaren Teile der Knotenkörper in der gewünschten Einbaugeometrie zu fixieren, stellen Scherstifte dar, die radial um die den Drehpunkt markierende Schraube angeordnet sind und bei jedem Knoten so gegeneinander versetzt sind, daß die Geometrie der Tragstruktur

entsprechend der jeweiligen Lage des Knotens festgelegt ist.

Der Knotenkörper kann auch so ausgebildet sein, daß Schrauben in radial um die Drehachse angeordnete Durchbrüche eingreifen und diese so kreisringsegmentförmig ausgebildet sind, daß die Teile der Knotenkörper innerhalb seines definierten Sektors gegeneinander verschwenkbar sind.

Durch mehrere Schrauben kann der Knotenpunkt in der durch die Tragwerksgeometrie vorgegebenen Position fixiert werden.

Wesentlich einfacher ist das Festsetzen der Knotenkörper mit einer hochfesten Schraube durch Reibung. Die Geometrie der Schale muß aber vor Ort durch Messungen überprüft werden. Besonders vorteilhaft bei diesem Vorschlag ist, daß mit einem einheitlichen Knotenkörper unterschiedliche Geometrien bewältigt werden können und daß sich die Einheitlichkeit der Knoten auch in den geringeren Herstellungskosten gegenüber anderen Systemen widerspiegelt.

Außerdem ist es möglich, die gesamte Gitterschale oder zumindest Teile dieser Gitterschale in Werkstätten vorzufertigen und sie räumlich zu falten und so zusammenhängend in gefaltetem Zustand an die Baustelle zu bringen, sie dort zu entfalten und durch geeignete Gerüste und Unterstützung in die gewünschte Geometrie zu verformen, um sie dann auf die beschriebene Art und Weise zu versteifen.

Eine Maßnahme, um eine einfache Gitterschale in die gewünschte Geometrie zu bringen, ist auch die Unterstützung durch einen luft- oder wassergefüllten Pneu. Die Montagesteifigkeit der Gitterschale ist gegeben, indem die dem Bogen zugekehrte Seite der Stabhälfte in der Werkstatt mit den Knotenkörpern verbunden werden und die Gitterschale in der beschriebenen Art und Weise aufgerichtet und an den Knoten versteift wurde. Die endgültige Steifigkeit der Konstruktion wird durch den Einbau der schubfesten Flächenelemente erreicht, die Feld für Feld eingesetzt werden und mit der zweiten Stabhälfte auf der Schale befestigt werden.

Erfolgt die Aussteifung der Gitterschale mit einer Membran, wird diese als Ganzes über die vormontierte Schale gezogen und dann mit der fehlenden Stabhälfte verschraubt, so daß jedes Feld einzeln versteift werden kann.

Der besondere Vorteil dieses Verfahrens begründet sich zum einen in der Standardisierung der Konstruktionselemente, zum anderen in einem vereinfachten Montageprozeß, indem zu einem frühen Zeitpunkt eine Montagesteifigkeit erreicht wird, die es erlaubt, auf Hilfsgerüste und Unterstützungen zu verzichten, und die ausreichend ist, die Standsicherheit der Konstruktion so lange zu gewährleisten, bis die schubsteifen Flächen in die Felder eingesetzt sind und im endgültigen Zustand Knoten, Stäbe und Flächen in einer Verbundkonstruktion zusammenwirken.

Es versteht sich von selbst, daß diese vorwiegend druckbeanspruchten Konstruktionen nach der Membrantheorie dimensioniert werden, extrem materialsparende Tragwerke sind und ihre Wirtschaftlichkeit von daher begründet ist.

Einige Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung schematisch dargestellt und werden im folgenden näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1a, b ein Raumfachwerk mit kreuzförmigen Knotenkörpern in zwei verschiedenen Arbeitszuständen,

Fig. 2 ein weiteres Raumfachwerk mit dreischenkligem Knotenkörpern,

Fig. 3 einen Knotenpunkt in Explosionsdarstellung, Fig. 4 einen Schnitt durch den Knotenpunkt nach Fig.

3,

Fig. 5 einen Knotenpunkt mit geteilten Stäben und schubsteifen Ausfachungen in Explosionsdarstellung,

Fig. 6 einen Schnitt entlang der Linie V-V nach Fig. 5,

Fig. 7 eine weitere Ausführungsform des Knotenkörpers in Explosionsdarstellung,

Fig. 8 einen Schnitt entlang der Linie VII-VII nach Fig. 7,

Fig. 9 einen Knotenpunkt in Draufsicht sowie Querschnitte entlang der Linien A-A und B-B,

Fig. 10 einen Knotenkörper im zusammengebauten und im zerlegten Zustand,

Fig. 11 einen Knotenpunkt mit Scherstiften in Explosionsdarstellung,

Fig. 12 einen Knotenpunkt mit Reibflächen in Explosionsdarstellung,

Fig. 13 der in Fig. 12 dargestellte Knotenpunkt in Richtung des Pfeiles XII,

Fig. 14 einen Schnitt entlang der Linie XIII-XIII nach Fig. 13,

Fig. 15 einen Knotenpunkt mit Scherstiften in Explosionsdarstellung,

Fig. 16 einen Knotenpunkt mit einer Membran und einem geteilten Stab im Schnitt,

Fig. 17 einen Knotenpunkt mit Isolierglaseinheiten als Aufnehmungen,

Fig. 18 einen Knotenpunkt mit Stromschienen zur Aufnahme von Leuchten in Explosionsdarstellung,

Fig. 19 einen Knotenpunkt der aus vier laschenförmigen Teilen zusammengesetzt ist in Explosionsdarstellung, und

Fig. 20 einen Ausschnitt aus einer zweilagigen Tragstruktur.

In den Figuren sind Raumfachwerke 10, 11 mit stabförmigen Elementen 12 bis 49 und Knotenkörpern 50 bis 79 mit Schenkeln 80 bis 112 dargestellt, die mit den Elementen 10 bis 49 verbindbar sind. Die relative Lage benachbarter Schenkel 80 bis 112 zueinander der jeweiligen Knotenkörper 50 bis 79 ist veränderbar und hierbei feststellbar. Die Schenkel 80 bis 112 des jeweiligen Knotenkörpers 50 bis 79 besitzen eine gemeinsame Schwenkachse 120 bis 146, die etwa senkrecht zu den Elementen 12 bis 49 des jeweiligen Knotenkörpers 50 bis 79 verläuft. Jeweils zwei Schenkel 80 bilden eine Einheit bzw. ein Schenkelpaar, wobei jeweils mindestens zwei Einheiten miteinander unverdrehbar verbindbar sind. Die Schwenkachsen sind durch die Einheiten durchquerende Schrauben 150 bis 164 definiert, durch die die Einheiten unverdrehbar verbindbar sind.

Die einander zugekehrten Seiten der Einheiten besitzen miteinander zusammenarbeitende Reibflächen 170 bis 176. Zwischen jeweils zwei einander zugekehrten Seiten der Einheiten ist mindestens ein Reibkörper 180 angeordnet, der mit den Einheiten durch Reibschluß verbindbar ist. Die Einheiten bestehen aus scheibenförmigen Grundkörpern mit diametral gegenüberliegenden Schenkeln 80 bis 112. Die Gelenkachsen 190 bis 202 der die Schenkel 80 bis 112 mit den Elementen 12 bis 49 verbindenden Gelenke verlaufen quer zu den Elementen 12 bis 49.

Ferner ist erkennbar, daß die Schenkel 96 um die Gelenkachse 198 bzw. Schwenkachse angeordnete Bohrungen 210 für Scherstifte 212 besitzen. Einige Elemente 30 sind zu ihren Längsmittelachsen geteilt (Teile 220 und 222) und an den einander zugekehrten Seiten besitzen sie Vor- und Rücksprünge, die mit flächigen Elementen

lösbar verbindbar sind. Die mit den Elementen 44 verbindbaren Flächen sind als zugbeanspruchte Membrane 230 oder als steife Paneele 232 ausgebildet. Die Paneele sind einfache Glasscheiben oder als Isolierglaseinheiten ausgebildet. Die Elemente 12 bis 49 bestehen aus Holz, Kunststoff oder Metall, während die Knotenkörper 50 bis 79 aus Metall oder Kunststoff ausgebildet sein können.

Das in den Fig. 1a und 1b dargestellte Raumbachwerk 10 besteht aus Elementen 12 und 14 gleicher Länge und aus Knotenkörpern. Die Knotenkörper sind kreuzförmig, wobei jeweils zwei gegenüberliegende Schenkel 80 eine Einheit bilden, die gegenüber der anderen Einheit des Knotenkörpers um einen bestimmten Winkel verdrehbar sind.

Wird der Winkel verändert, was in Fig. 1b dargestellt ist, dann ist das Raumbachwerk aus rautenförmigen Zellen gebildet.

Jeder Schenkel besitzt eine Bohrung, die für nicht näher dargestellte Schrauben vorgesehen ist.

In Fig. 2 sind die Zellen des Raumbachwerkes als regelmäßige Sechsecke ausgebildet, während die Knotenkörper dreischenklig sind. Die Schenkel der Knotenkörper 52 sind um die Achse 122 verschwenkbar.

In Fig. 3 ist dargestellt, daß der Knotenkörper 54 aus kreisrunden Scheiben mit Schenkeln 84 besteht. Zwischen den Scheiben ist ein ebenfalls scheibenförmiger Reibkörper 180 mit Bohrung angeordnet. Die Teile des Knotenkörpers sind mittels einer Schraube 150 verbindbar, während die Schenkel 84 mit den Elementen 18 ebenfalls durch Schrauben verbindbar sind.

In Fig. 5 ist ein Knotenpunkt mit einem Knotenkörper 58 dargestellt, dessen Schenkel 88 mit den Elementen 28 gelenkig verbindbar sind. Diese Gelenke 28 sind mittels Schrauben 87 und Hilfsleisten 85 mit Paneelen 83 aus Glas form- und kraftschlüssig verbindbar. Die Stoßstelle zwischen den Elementen 28, den Paneelen 83 und den Hilfsleisten 85 ist mit dauerelastischem Dichtstoff ausgefüllt.

In den Fig. 7 und 8 ist ein Knotenpunkt mit einem Knotenkörper 60 dargestellt, der mit den Elementen gelenkig verbindbar ist. Die Schenkel 90 besitzen jeweils eine Bohrung 91, um die die Elemente verschwenkbar sind, und jeweils eine kreisringsegmentförmige Bohrung 93, durch die der Schwenkwinkel des Elementes 30 mit Bezug auf die Schraube 152 definierbar ist. In die Bohrungen 91 und 93 sind nicht näher dargestellte Schrauben einbringbar, die auch die Elemente 30 durchqueren.

Fig. 9 zeigt eine Aufsicht auf den in Fig. 7 dargestellten Knotenpunkt, wobei die benachbarten Schenkel 92 einen Winkel einschließen, der kleiner als 90° ist.

In Fig. 10 ist ein Knotenkörper 64 in zusammengebautem und in zerlegtem Zustand dargestellt. Die Einheiten 7 und 9 besitzen jeweils eine zentrale Bohrung 1 bzw. 3 für nicht dargestellte Schrauben. Der ringförmige Zentralabschnitt der Einheit 9 ist im zusammengebauten Zustand zwischen den beiden ringförmigen Abschnitten 1 und 5.2 der Einheit 7 angeordnet. Beim Zusammenbau des Knotenkörpers kann so vorgegangen werden, daß die Einheit zunächst nur einen Schenkel 94 besitzt. Der ringförmige Abschnitt 5 wird zwischen die ringförmigen Abschnitte 5.1 und 5.2 gesteckt und sodann wird der ringförmige Abschnitt 5 mit dem zweiten Schenkel 94 z. B. durch Schweißen verbunden.

In Fig. 11 besitzen die Schenkel 96 Bohrungen 210, die für Scherstifte 212 vorgesehen sind. Dadurch ist es möglich, einen bestimmten Winkel zwischen den Ele-

menten 34 und der Schwenkachse zu definieren.

In Fig. 12 besteht der Knotenkörper 68 aus zwei Scheiben, deren einander zugekehrten Seiten 174 und 176 geriffelt sind. Nachdem der gewünschte Winkel zwischen den Schenkelpaaren eingestellt wurde, wird eine feste Verbindung zwischen den Flächen 174 und 176 durch die Schraube 158 hergestellt.

Der zusammengebaute Zustand dieses Knotenpunktes ist in Fig. 13 dargestellt und zeigt, daß die benachbarten Elemente 38 einen Winkel einschließen, der verschieden von 90° ist.

Fig. 14 zeigt, daß die Schraube 160 im Knotenkörper 72 versenkt angeordnet ist.

Fig. 15 zeigt eine andere Variante der Ausführungsform nach Fig. 12, wobei der gewünschte Winkel durch die Scherstifte 161 hergestellt ist.

In Fig. 16 ist dargestellt, daß die Elemente 44 und der Knotenkörper 75 mit einer Membrane 230 zusammenarbeiten, die als schubsteife Ausfachung der Felder des räumlichen Fachwerks wirkt.

Fig. 17 zeigt, daß das Raumbachwerk mit dem Knotenpunkt 76 durch steife Flächen, hier Paneele 232, stabilisiert ist.

In Fig. 18 ist dargestellt, daß die Elemente 48 als Stromschienen zur Aufnahme von Leuchten ausgebildet sind. Der Knotenpunkt 77 weist bereits ringförmige Durchbrüche 172 auf, in denen die Stellkörper 175 verschiebbar angeordnet sind.

Durch die Stellkörper 175 kann die jeweilige Betriebslage des Knotenkörpers definiert werden. Das Kabel 165 ist für den elektrischen Anschluß der Leuchten vorgesehen.

Die Fig. 19 zeigt einen Knotenpunkt, der aus vier laschenförmigen Teilen zusammengesetzt ist, wobei jeweils zwei in einer Richtung angeordnete Laschen mit jeweils einem Stab verbunden werden. Die laschenförmigen Fortsätze der Knotenkörper (112) sind bezüglich der zentralen, kreisförmigen Erweiterung durch vorgegebene Knickstellen (110) winkelverstellbar.

Bei Stäben aus Holz ist die Oberfläche der Laschen (114) quer zur Stablängsrichtung gerillt oder gezähmt.

Jedes Laschenteil hat eine zentrale Bohrung 178, um die bogenförmige Ausnehmungen 180 gleichmäßig verteilt sind.

Jeder Schenkel hat zwei Bohrungen 182. Die hier dargestellten vier Teile sind sandwichartig zusammenbaubar und mittels nicht näher dargestellten Schrauben betriebsgemäß verbindbar.

Schließlich zeigt Fig. 20 einen Ausschnitt aus einer zweilagigen Struktur, bei der die zentrale Verriegelungsschrauben mit einem koaxial angeordneten Stab 190 in Verbindung steht.

Die Struktur besteht aus zwei Ebenen, die durch vertikal ausgerichtete Stangen 190 verbunden sind. Diese Stangen verbinden jeweils zwei gegenüberliegende Knotenpunkte 79a, 79b. Die obere Ebene trägt ausfachende Elemente 234, die mit den stabförmigen Elementen 49a lösbar verbindbar sind.

Patentansprüche

1. Knotenkörper für ein Raumbachwerk mit mindestens drei Schenkeln (80—112) für die Befestigung von stabförmigen, geraden oder gekrümmten Elementen (12—49) in einer Anschlußebene, bei dem die relative Lage benachbarter Schenkel (80—112) zueinander dadurch veränderbar und in der gewünschten Lage feststellbar ist,

- daß der Knotenkörper von mindestens zwei Einheiten gebildet ist, die jeweils mindestens einen der Schenkel (80–112) aufweisen und an eine gemeinsame, zur Anschlußebene der Elemente senkrecht verlaufende Schwenkachse (120–147) verdrehbar und unverdrehbar miteinander verbindbar sind. 5
2. Knotenkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwenkachse (124) durch eine die Einheiten durchquerende Schraube (150–164) definiert ist, durch die die Einheiten unverdrehbar verbindbar sind. 10
3. Knotenkörper nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die einander zugekehrten Seiten der Einheiten miteinander zusammenarbeitende Reibflächen (170, 174, 176) besitzen. 15
4. Knotenkörper nach einem der Ansprüche 1–3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen jeweils zwei einander zugekehrten Seiten der Einheiten mindestens ein Reibkörper (180) angeordnet ist, der mit den Einheiten durch Reibverschluß verbindbar ist. 20
5. Knotenkörper nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einheiten mittels Scherstiften (161) unverdrehbar miteinander verbindbar sind (Fig. 15). 25
6. Knotenkörper nach einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, daß die Einheiten aus scheibenförmigen Grundkörpern mit diametral gegenüber angeordneten Schenkeln bestehen. 30
7. Knotenkörper nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die die Schwenkachse (124) durchquerende Schraube, durch die die Einheiten unverdrehbar verbindbar sind, mit einem in der Schwenkachse angeordneten Stab (190) verbindbar ist (Fig. 20). 35

Hierzu 18 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

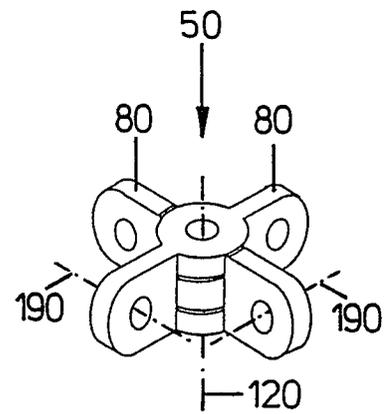
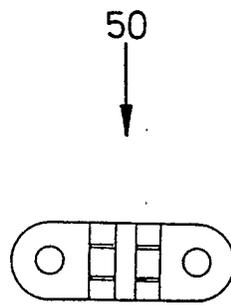
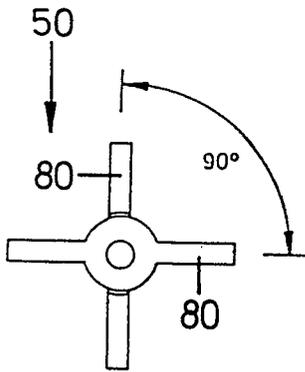
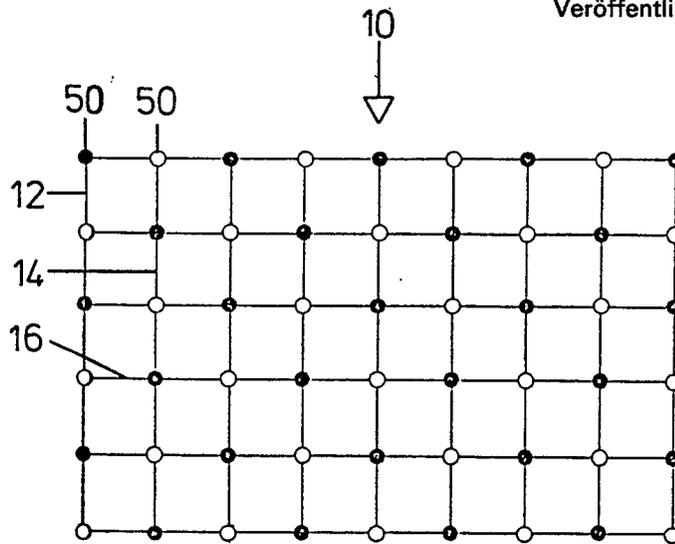


FIG. 1a

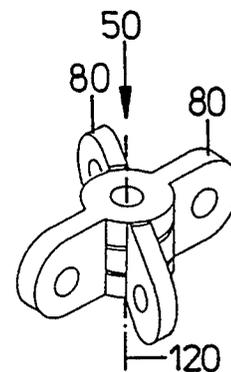
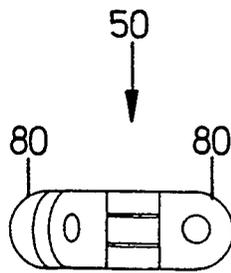
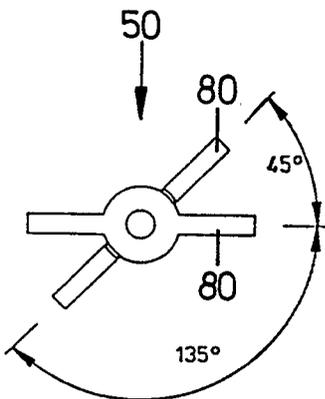
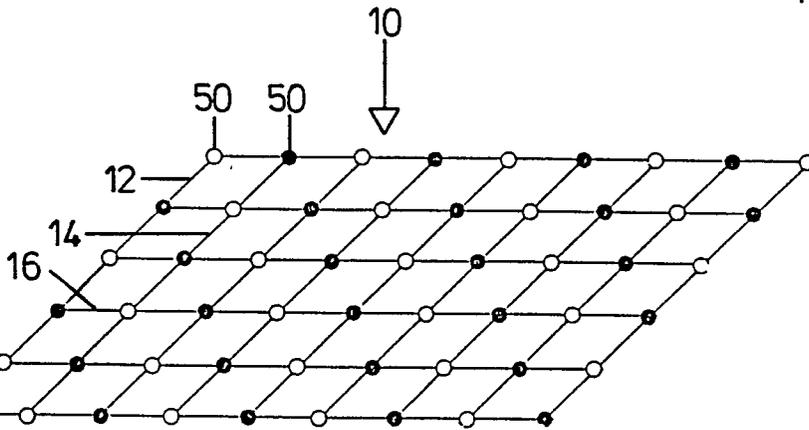


FIG. 1b

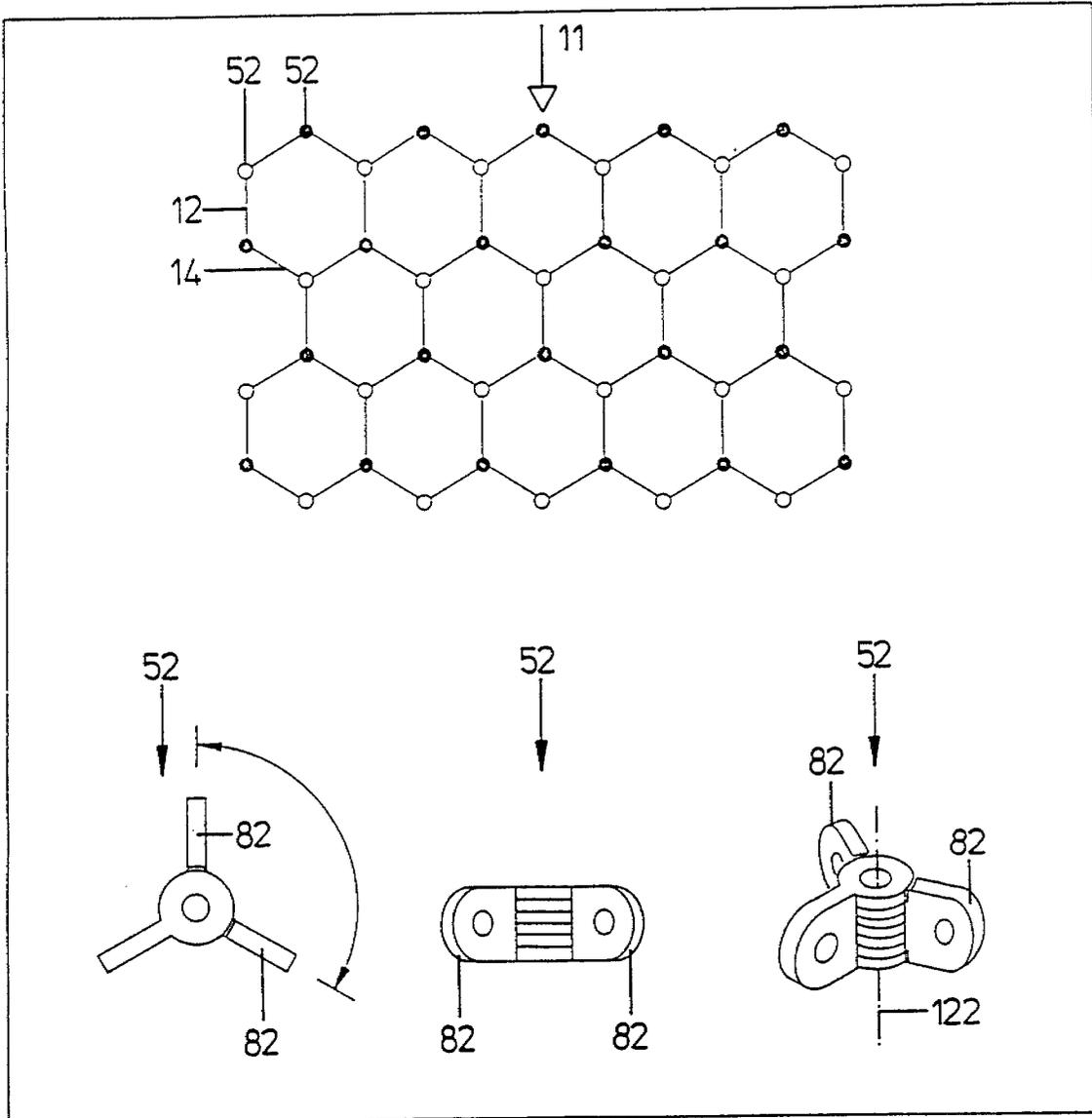


FIG. 2

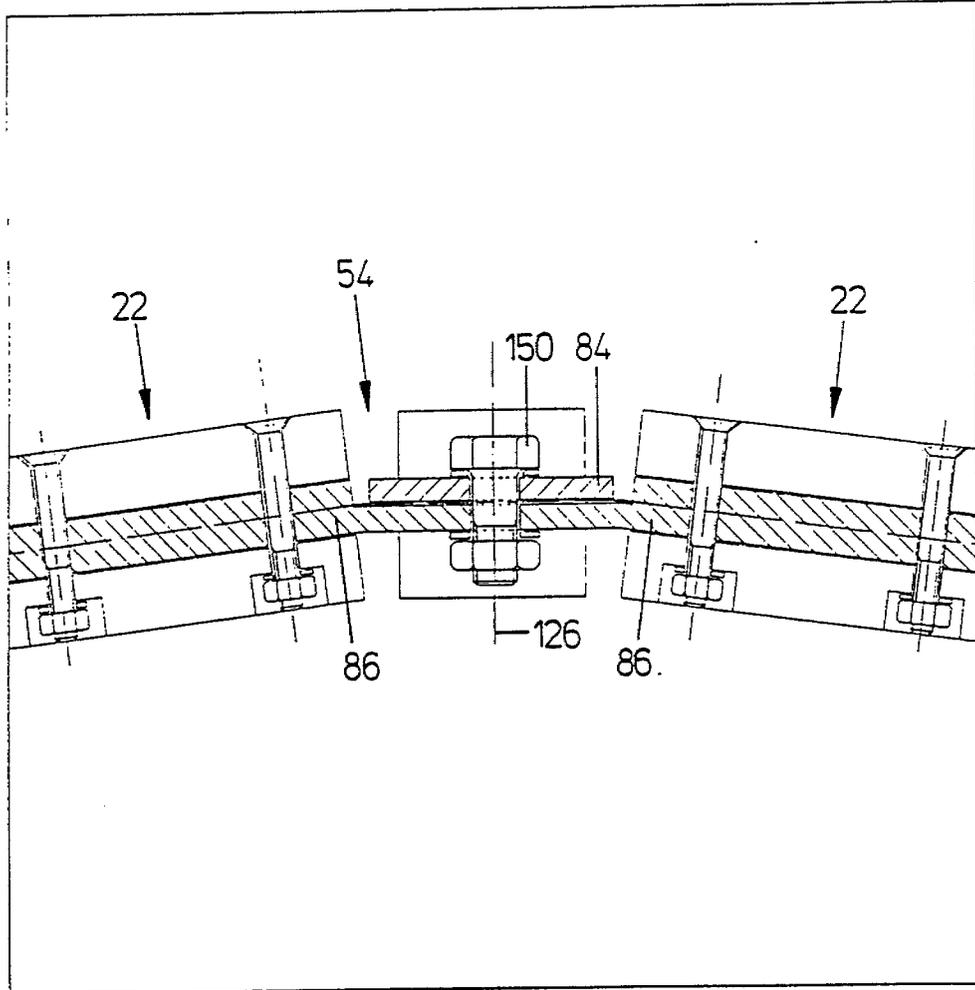


FIG. 4

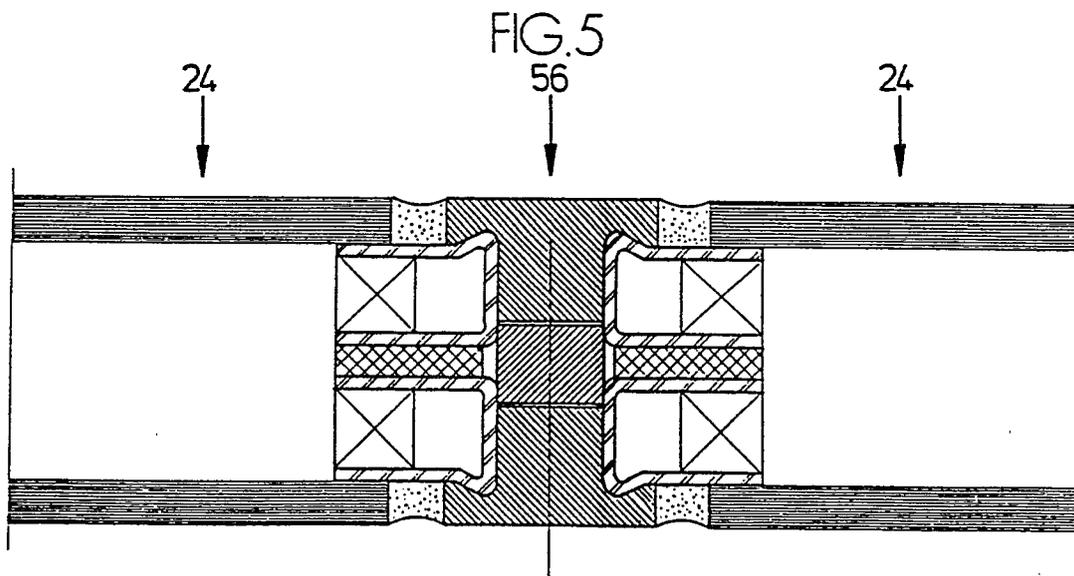
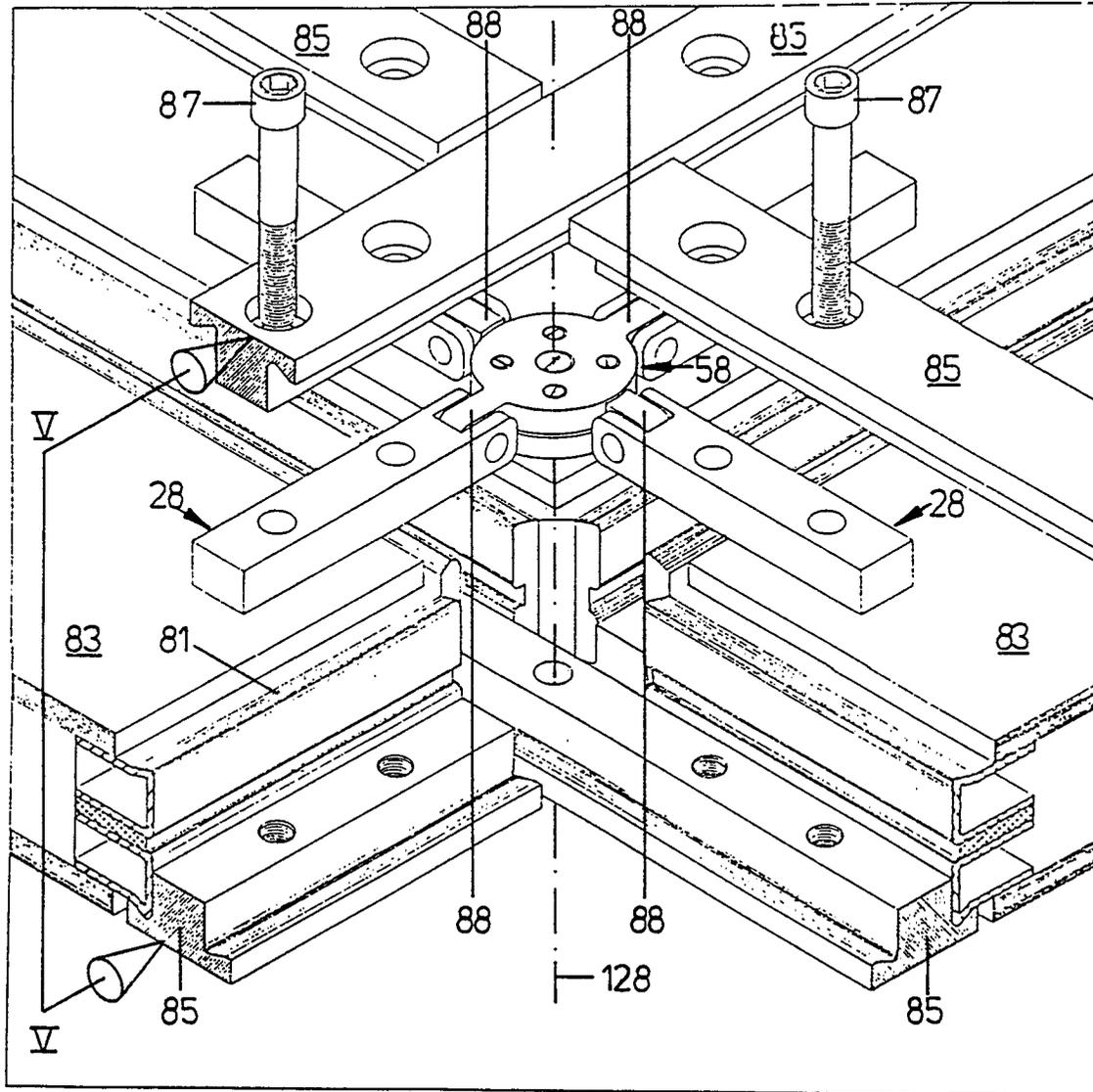


FIG. 6

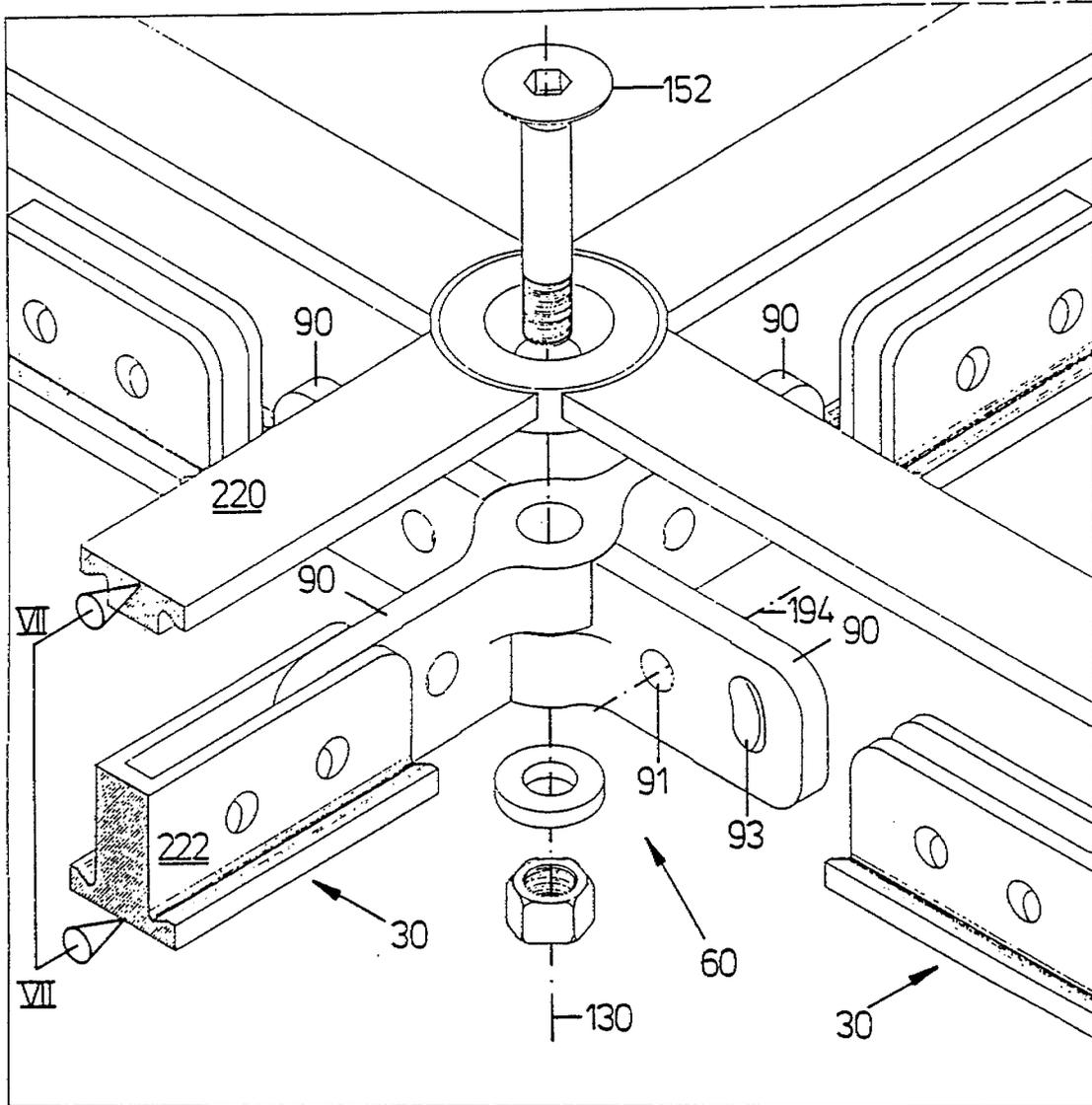


FIG. 7

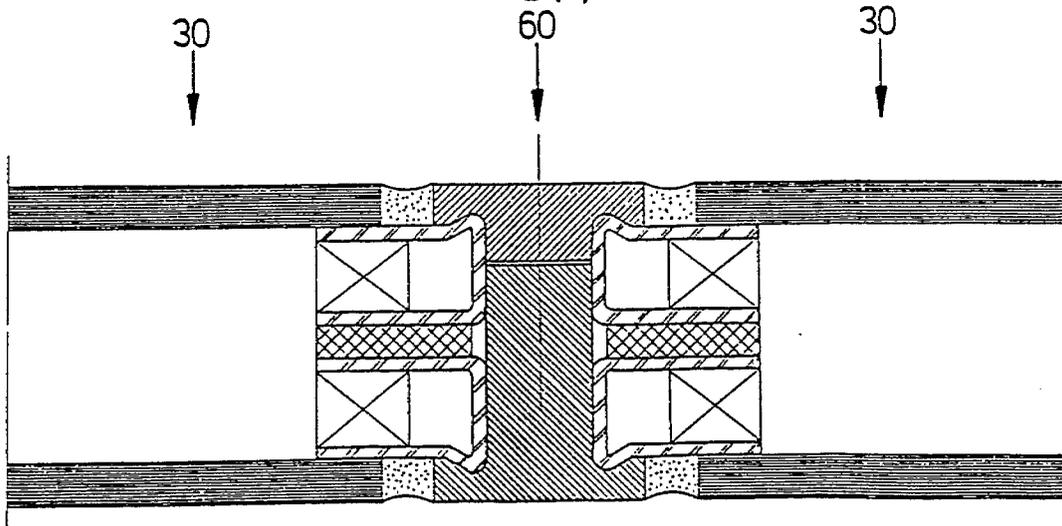


FIG. 8

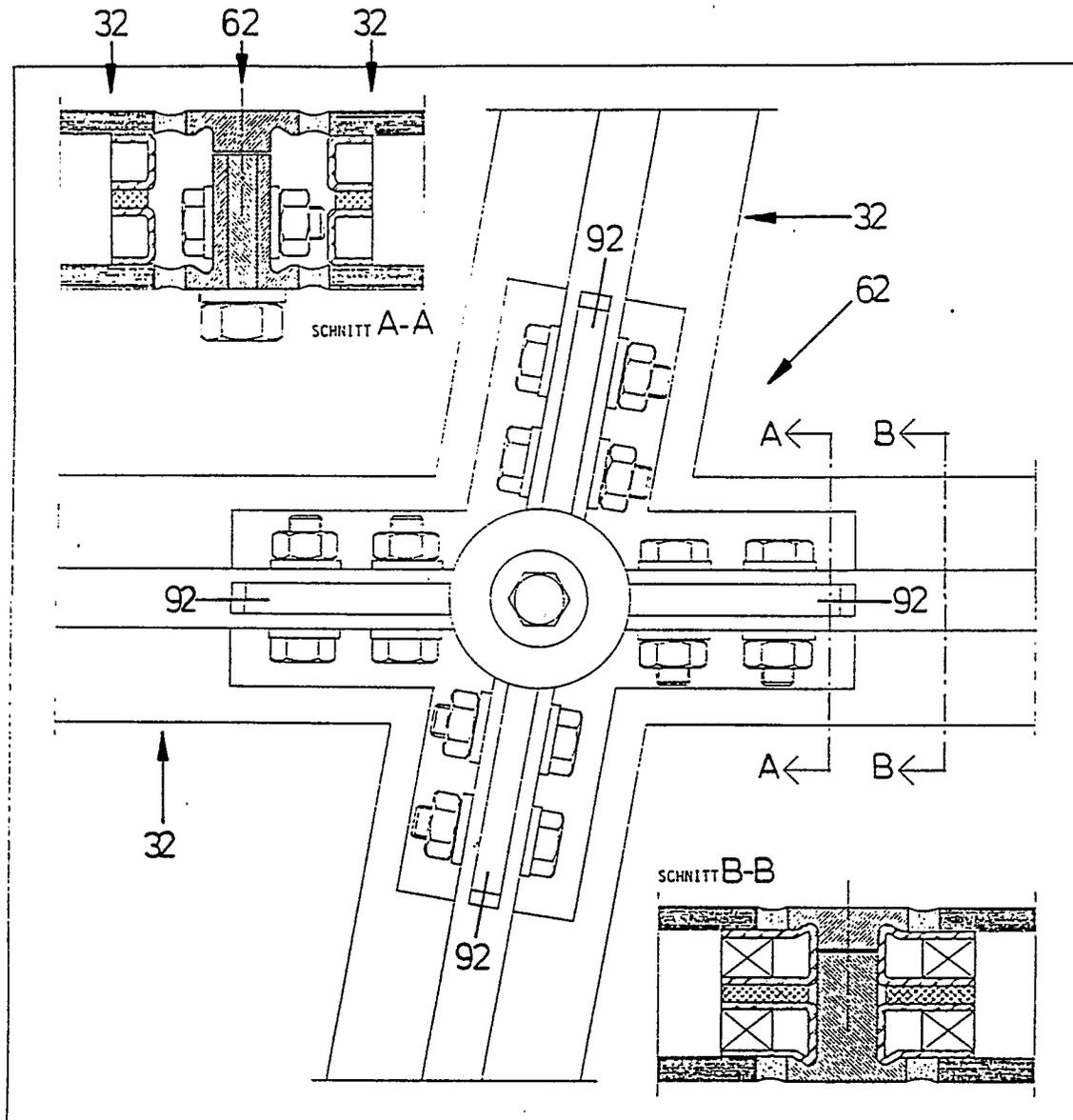


FIG. 9

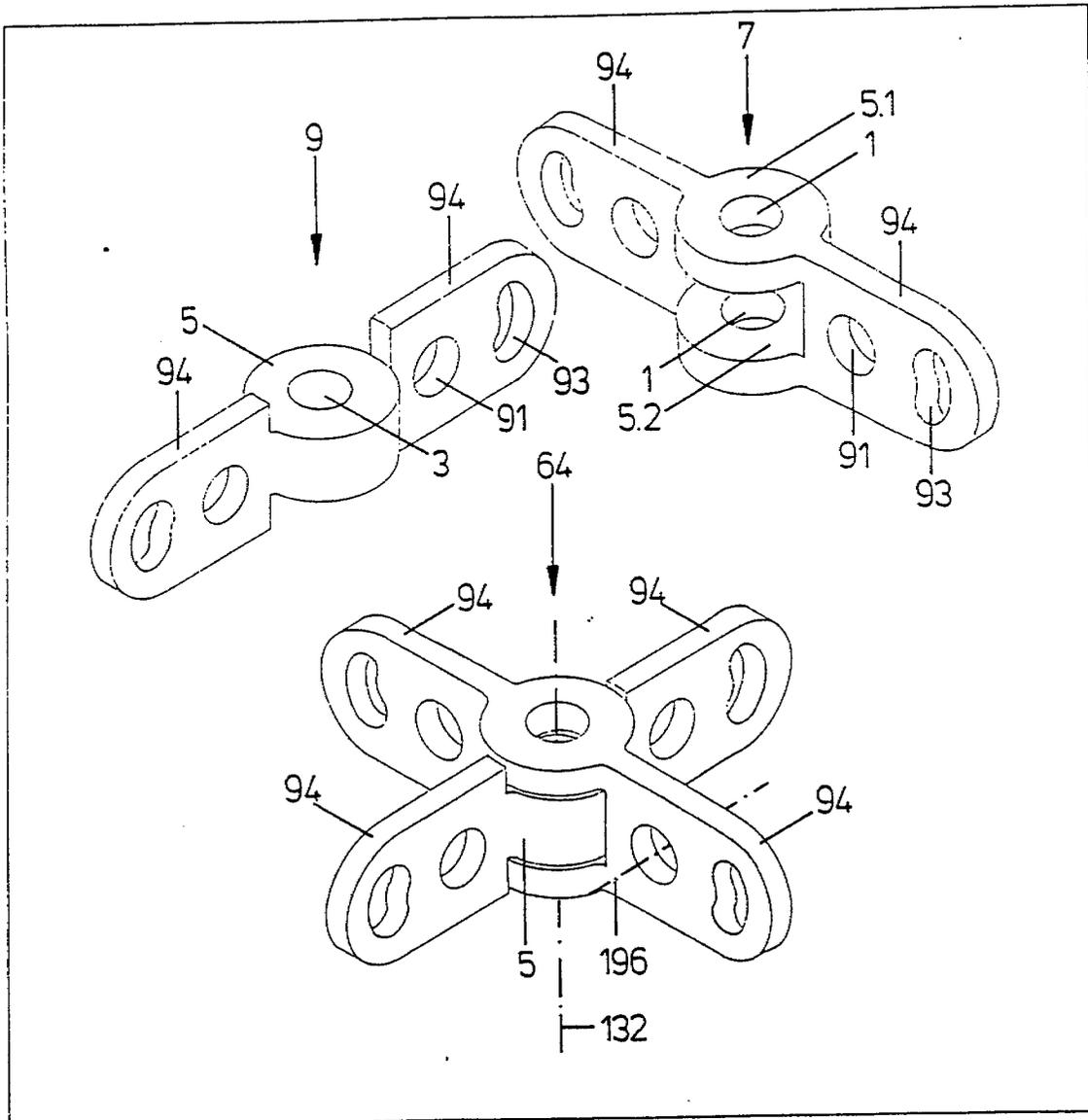


FIG. 10

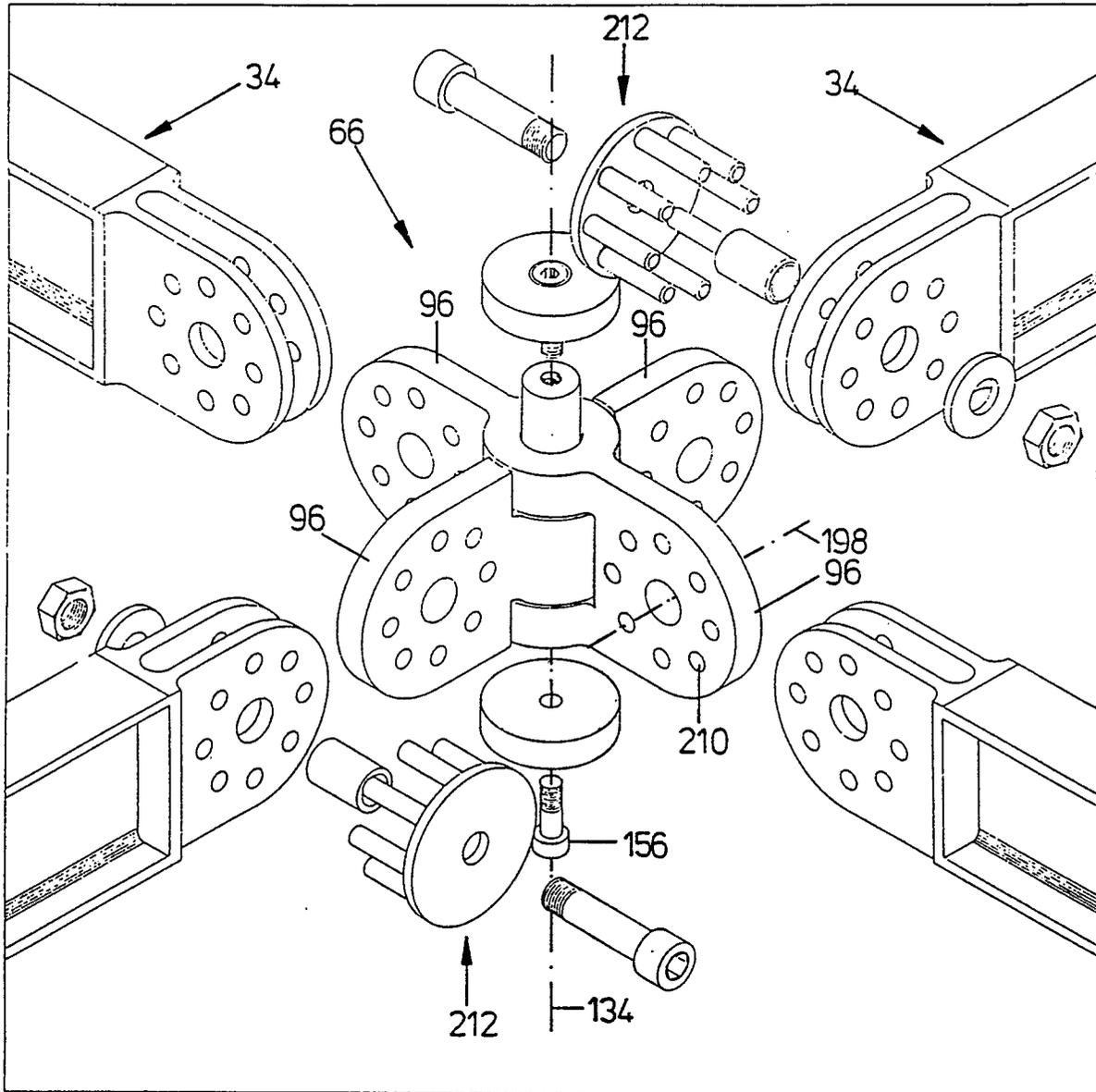


FIG. II

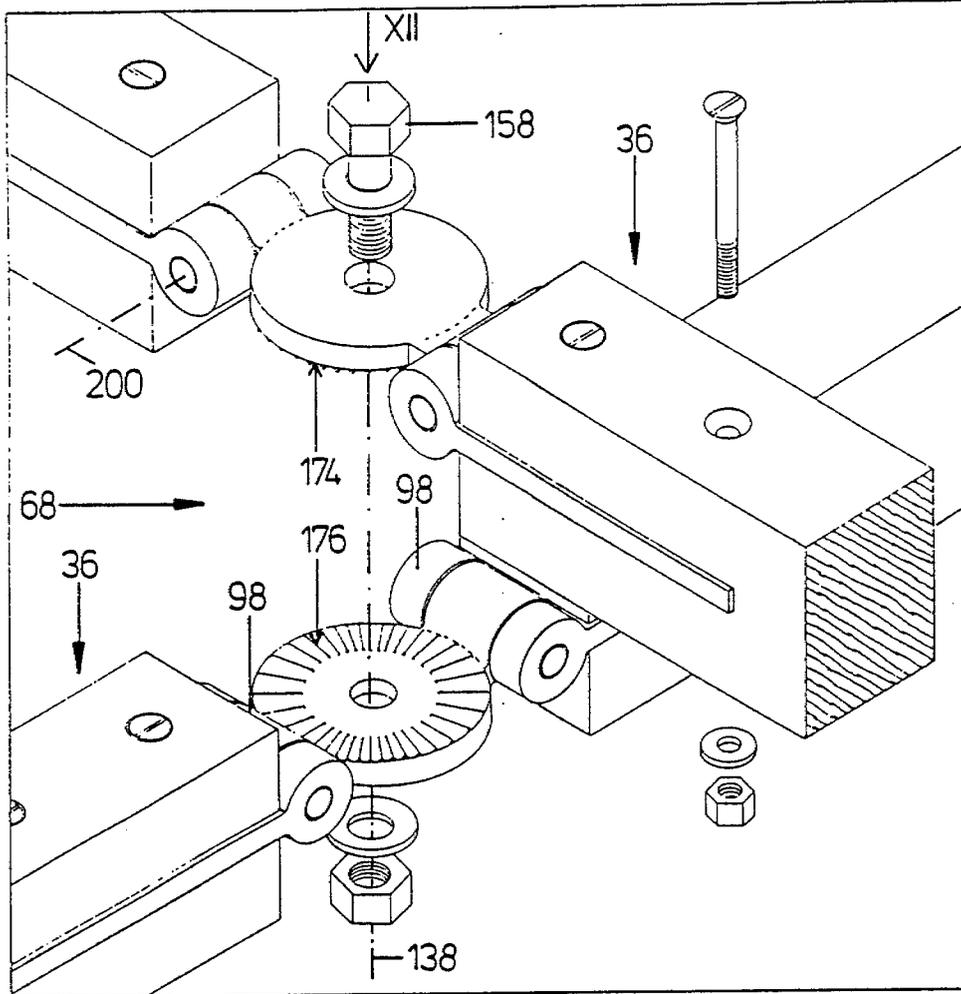


FIG. 12

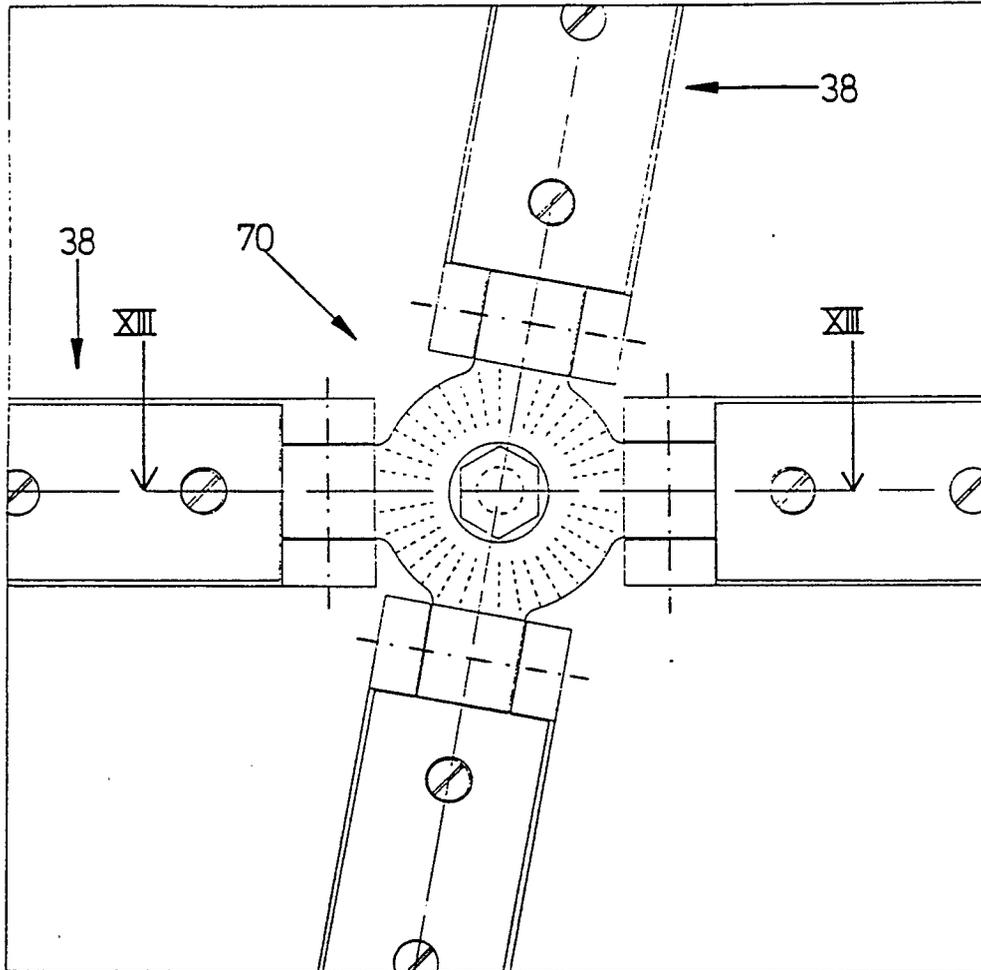


FIG. 13

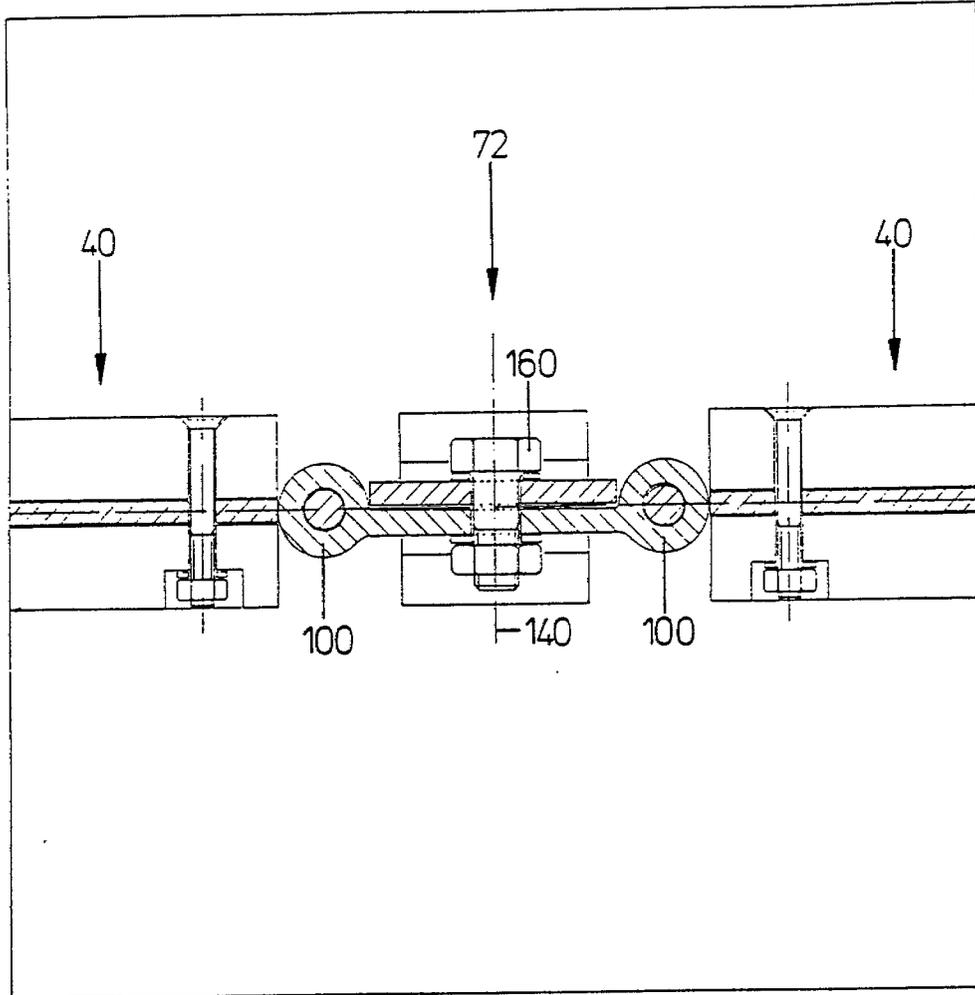


FIG. 14

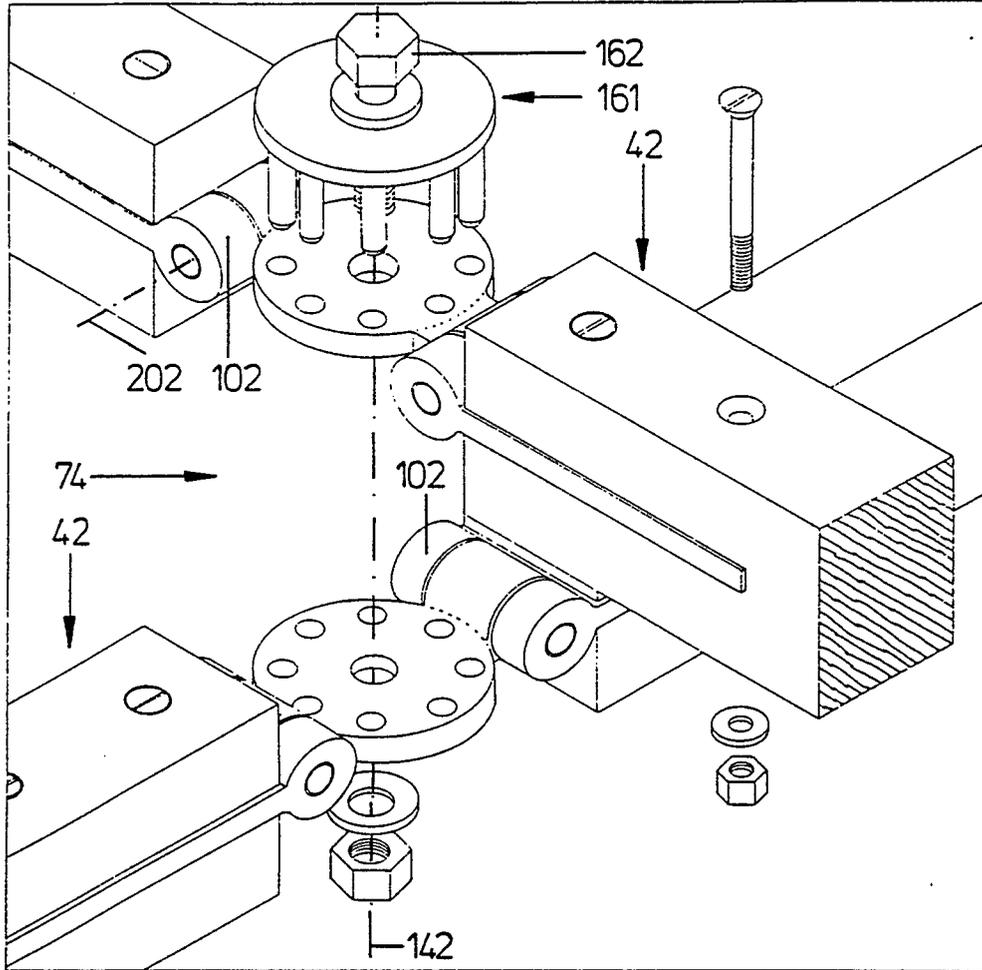


FIG. 15

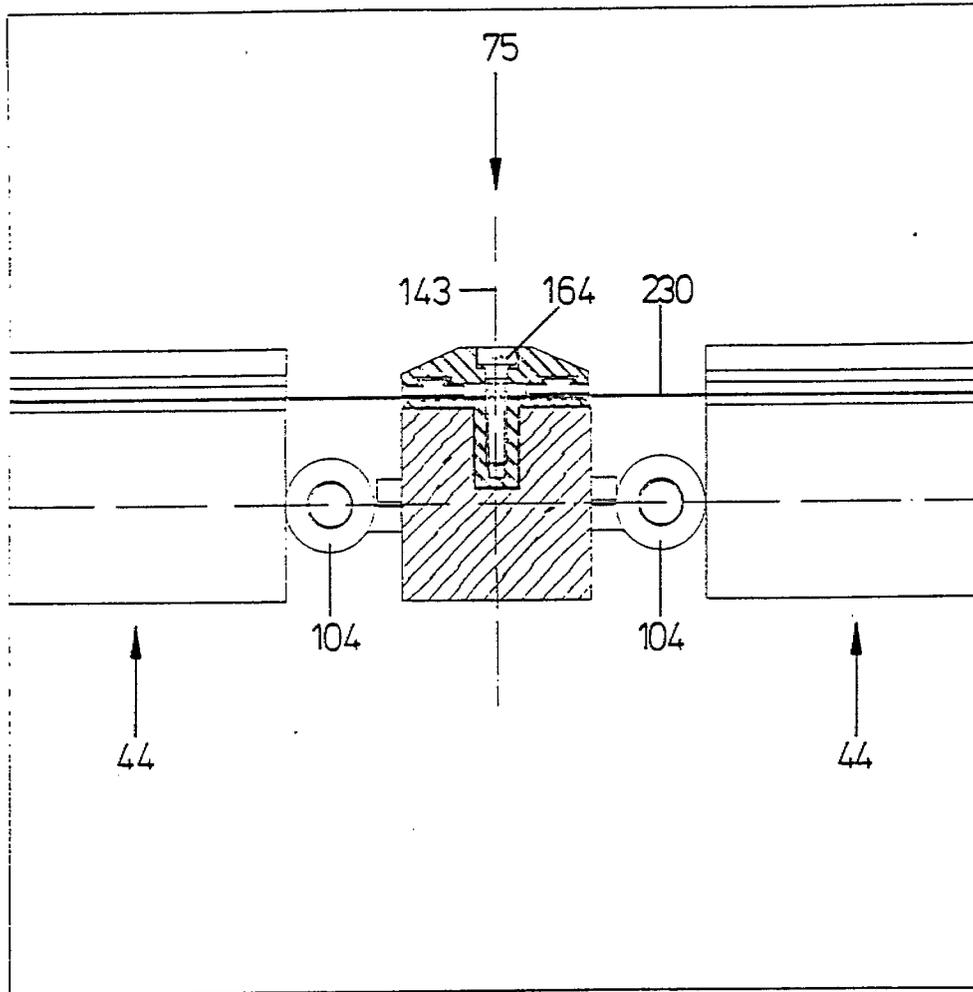


FIG. 16

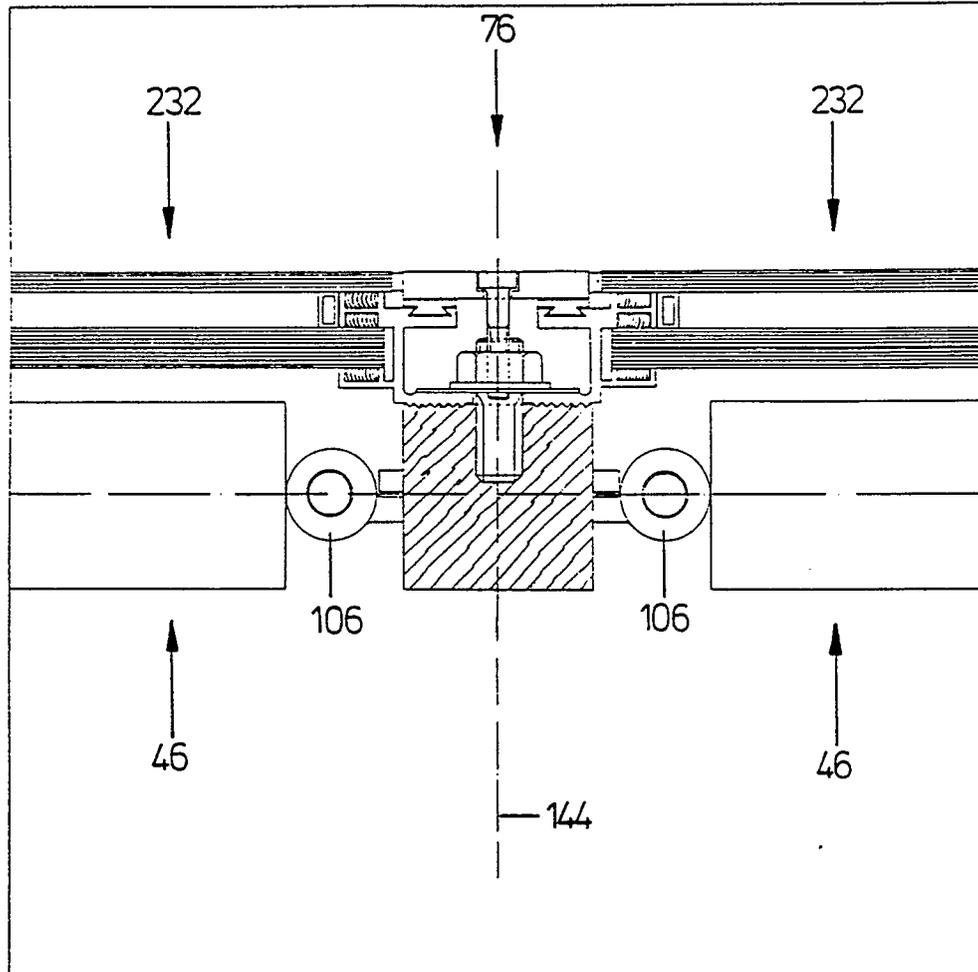


FIG. 17

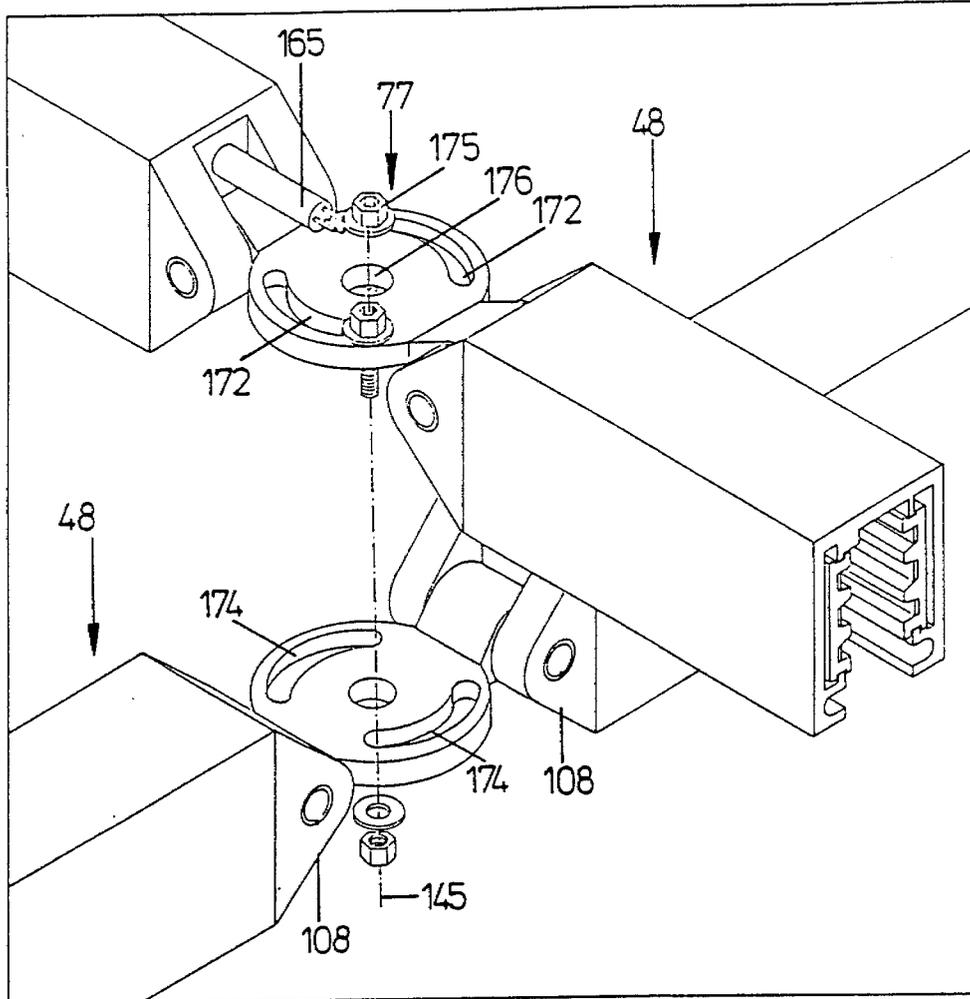


FIG. 18

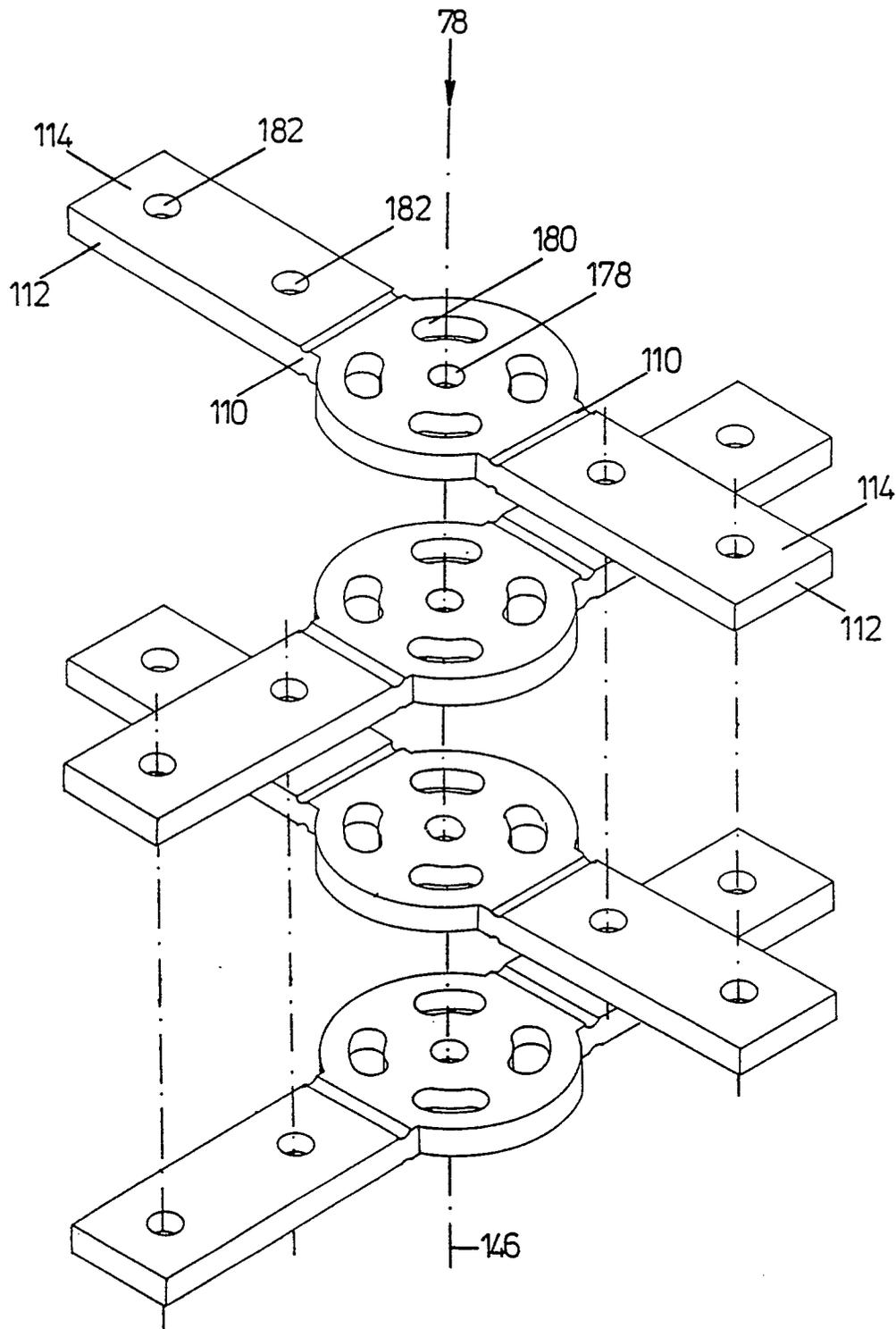


FIG. 19

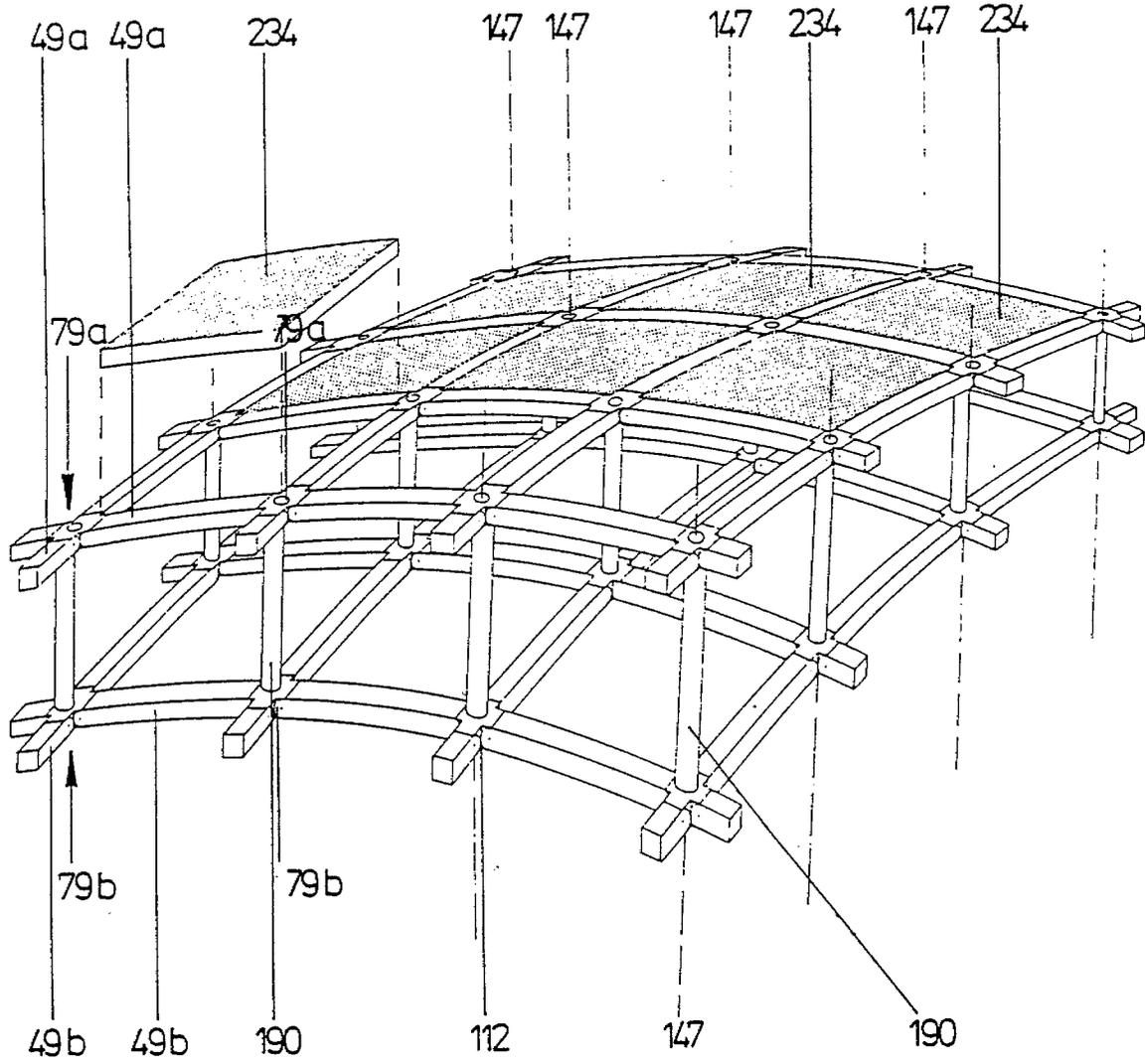


FIG. 20