

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑲ Anmeldenummer: 88890151.9

⑥ Int. Cl.⁴: **E 04 B 1/32**
E 04 B 7/10

⑳ Anmeldetag: 13.06.88

③① Priorität: 08.07.87 AT 1724/87

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.04.89 Patentblatt 89/14

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

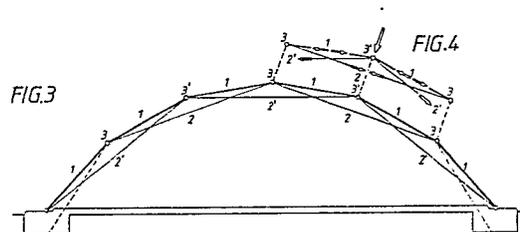
⑦① Anmelder: "Conproject" Handelsvertretung und techn.
Büro für Maschinenbau Frantl & Co. OHG.
Laudongasse 33 Stiege 6
A-1080 Wien (AT)

⑦② Erfinder: Frantl, Erich
Laudongasse 33/76
A-1080 Wien (AT)

⑦④ Vertreter: Beer, Manfred, Dipl.-Ing. et al
Lindengasse 8
A-1070 Wien (AT)

⑤④ Einlagiges, polygonal gekrümmtes Stabtragwerk.

⑤⑦ Bei einem aus Tragwerkstäben (1) bestehenden Stabtragwerk, das in wenigstens einer Richtung polygonal gekrümmt ist, werden zur Erhöhung der Formstabilität des Stabtragwerkes trotz geringer Biegesteifigkeit der Tragwerkstäbe (1) und der Stabknickpunkte (Knoten 3, 3'), je zwei Stabknickpunkte (3 bzw. 3') miteinander unter Auslassen eines zwischen ihnen liegenden Stabknickpunktes (3' bzw. 3) durch vorgespannte Zugglieder (2, 2', 5) verbunden. Zur Dämpfung von Schwingungen des Stabtragwerkes können den Zuggliedern (2, 2', 5) Feder-Dämpferelemente (4, 6) zugeordnet sein, die zugleich zur Vorspannung der Zugglieder (2, 2', 5) dienen können.



Beschreibung

Einlagiges, polygonal gekrümmtes Stabtragwerk

Die Erfindung betrifft ein einlagiges, polygonal gekrümmtes Stabtragwerk, bei dem die Knickpunkte der Tragwerkstäbe unter Auslassen je eines dazwischenliegenden Knickpunktes miteinander über Zugstäbe verbunden sind, und bei dem die dazwischenliegenden Knickpunkte unter Auslassung je eines dazwischenliegenden Knickpunktes miteinander ebenfalls über Zugstäbe verbunden sind. Derartige einlagige, polygonal gekrümmte Stabtragwerke können für tonnenförmige, kuppelförmige oder andere zweifach gekrümmte Hallentragwerke verwendet werden.

Obwohl tonnenförmige und kuppelförmige Tragkonstruktionen seit alters her eine sehr wirtschaftliche Art der Überdeckung sind, da bei gleichmäßiger Belastung und idealer Formgebung nur Druckkräfte in den Tragwerkssystemen auftreten, kann es durch einseitige Belastung, größere zusätzliche Einzellasten oder zeitweilig angreifende Horizontallasten aus Wind usw. zu großen Verformungen und zum Einsturz kommen.

Dem wurde bislang dadurch vorgebeugt, daß Bogenträger hoher Biegesteifigkeit, gebogene Fachwerke oder zweilagige, gekrümmte Stabwerke eingesetzt wurden, welche zusätzlich zu den Normalkräften in Bogenrichtung auch große Biegemomente aufzunehmen im Stande waren, wodurch sich jedoch schwerere und damit unwirtschaftlichere Konstruktionen ergaben.

Einlagige Stabtragwerke der eingangs genannten Gattung sind aus der DE-OS 2 800 720 und der DE-OS 3 311 397 bekannt.

Die aus der DE-OS 33 11 397 bekannte Dachkonstruktion zur Abdeckung von Hallen, Bädern, Kläranlagen u.dgl. zeigt die Spannweite überbrückenden Profile, die an mehreren Punkten gleichsinnig abgewinkelt sind und zwischen den Knickpunkten geradlinig verlaufen. Die Profile sind so nebeneinander angeordnet, daß die Knickpunkte jedes Profils neben dem Mittelbereich zwischen den Knickpunkten der jeweils benachbarten Profile zu liegen kommen. Durch Diagonalstreben in Form von zwei zu einem stumpfen Winkel zusammenstoßenden Schenkeln sind benachbarte Profile miteinander verbunden, wobei die Scheitelbereiche und Schenkelnenden der Diagonalstreben an den Knickpunkten der Profile mit den Profilen verbunden sind. Bezüglich der aneinandergereihten Diagonalstäbe sind jeweils die "Knickpunkte" (nämlich die Scheitel und Schenkelnenden) unter Auslassen je eines dazwischenliegenden Knickpunktes miteinander durch Stäbe verbunden.

Die DE-OS 28 00 720 bezieht sich auf eine Fachwerkkonstruktion im Baukastensystem für gewölbte Abdeckungen, die aus einer Vielzahl von dreieckigen Tragwerken mit gekrümmtem Profil, deren netzförmige Schale aus starren dreieckigen und/oder rhombischen Maschen besteht, zusammengesetzt ist. Die die Maschen begrenzenden, schrägen stabförmigen Elemente können in schraubenlinienförmig verlaufenden, einander kreuzenden,

geodätischen Linien eingeschrieben werden. Aus der DE-OS 28 00 720 sind Verstärkungszugstäbe bekannt, die diagonal gegenüberliegende Eckpunkte von rhombischen Maschen miteinander verbinden, wobei die benachbarten Eckpunkte "ausgelassen" werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein einlagiges, polygonal gekrümmtes Stabtragwerk für tonnenförmige, kuppelförmige oder andere zweifach gekrümmte Überdeckungen bereitzustellen, welches trotz eventuell auftretender ungleichmäßiger Belastungen, zusätzlichen Einzellasten und Horizontallasten aus Wind usw. nur Druckkräfte in seinen Tragstäben erzeugt und trotz geringer Biegesteifigkeit der Stäbe und Gelenke (Knickpunkte) hohe Formstabilität des gesamten Tragwerkes gewährleistet.

Diese Aufgabe wird bei einem einlagigen, polygonal gekrümmten Stabtragwerk dadurch gelöst, daß die die Knickpunkte unter Auslassung je eines dazwischenliegenden Knickpunktes miteinander verbindenden Zugglieder vorgespannt sind.

Das erfindungsgemäße Stabtragwerk ist durch die vorgespannten Zugglieder zwischen jeweils zwei Stabknickpunkten unter Überspringen eines dazwischenliegenden Stabknickpunktes ein steifes Tragwerk, weil eine Vielzahl von vorgespannten Sprengwerken entsteht, die es keinem einzigen Knickpunkt erlauben, seine vorbestimmte Lage am theoretischen Krümmungskreis zu verlassen. Dies wird damit erreicht, daß die nach Montage des Stabwerkes auf die Zugstäbe aufzubringenden Vorspannkräfte so hoch gewählt werden, daß sie in den einzelnen Spannungsstäben einen Teil oder die gesamten Spannungen (inneren Kräfte), welche von den an den Knickpunkten angreifenden äußeren Kräften hervorgerufen werden, schon vorweg ständig erzeugen und diese Vorspannkräfte erst durch tatsächlich auftretende äußere Kräfte anteilig abgelöst werden, so daß bei tatsächlicher Belastung des Tragwerkes geringere Formänderungen entstehen.

Zur Erzielung kurzer Knicklängen in Querrichtung der auf Druck beanspruchten Tragwerksstäbe können diese auch rautenförmig angeordnet werden. In den Knickpunkten des Tragwerkes entstehen dabei Zusammenführungen von vier bis sechs Stäben. Obgleich diese, bei vier Stäben pro Knickpunkt (Knoten rautenförmigen, bei sechs Stäben pro Knickpunkt (Knoten) dreieckigen, Stabanordnungen bekannt sind, konnten bei einschaligen Stabwerken in den Knotenpunkten (Knickpunkten) keine allzu großen Lasten aufgelagert werden, da ansonsten der dort vorhandene Knick durch Kniehebelwirkung der angreifenden Kräfte in Krafrichtung durchschlägt.

Die erfindungsgemäß vorgesehenen vorgespannten Zugglieder unterspannen jeden durchschlaggefährdeten Knoten durch ihre Anordnung zwischen den benachbarten Knoten (Knickpunkten). Die an die Knoten angreifenden Zugglieder verhindern das Ausweichen der Knoten in Knickrichtung. Es entsteht so die erwähnte Vielzahl von vorgespannten

Sprengwerken, die es keinem einzigen Knoten erlauben, seine Lage am zugeordneten Krümmungskreis zu verlassen. Die die Knoten verbindenden Zugglieder werden so weit vorgespannt, daß in den Tragstäben ein Teil oder die gesamten Spannungen (inneren Kräfte), welche von den an den Knickpunkten angreifenden äußeren Kräften (Nutzlasten) hervorgerufen werden, schon vorweg ständig wirken und diese Vorspannkräfte erst durch tatsächlich angreifende äußere Kräfte anteilig abgelöst werden, so daß bei tatsächlicher Belastung des Tragwerkes geringere Formänderungen entstehen. Dies erklärt sich dadurch, daß eine an einen Knoten angreifende äußere Kraft die am selben Knoten angreifenden Zugglieder entlastet, wodurch die äußere Kraft in den Stäben einen Teil der Wirkung der Vorspannkräfte übernimmt. Die Formänderung wird gegenüber einem nicht vorgespannten gleichartigen System entsprechend kleiner.

Durch Anordnung rautenförmig aufgespaltener Zugglieder kann, bei Zwischenschaltung querliegender Druckelemente zum Auseinanderhalten der Aufspaltung, mit kleinen meßbaren Druckkräften in diesen Druckelementen (z.B. Tellerfederpakete) jede beliebig große Vorspannkraft auf einfachste Art aufgebracht werden, da sich bei dieser Anordnung eine hohe Kraftübersetzung ergibt.

Da leichte Tragwerke über große Spannweiten schwingungsanfällig sind, können in den Zuggliedern auch Feder-Dämpferelemente vorgesehen werden. Durch Einbindung der Feder-Dämpferelemente in die aufgespaltene Zugglieder (querliegende Feder-Dämpferelemente) können schwächere und daher kostengünstigere Feder-Dämpferelemente eingesetzt werden, welche durch die große Übersetzung auch kleinste Verformungen (Schwingungsamplituden), die die örtliche Lage der Knoten und der Knoten zueinander verändern, dämpfen.

Die Erfindung wird an Hand von schematischen Zeichnungen und an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 ein kuppelförmiges Tragwerk, Fig. 2 ein tonnenförmiges Tragwerk, Fig. 3 im Schnitt ein Tragwerk aus Fig. 1 oder 2, Fig. 4 die Kräfteverhältnisse, Fig. 5 in Draufsicht ein tonnenförmiges Tragwerk, Fig. 6 einen der vielen möglichen Knoten eines Tragwerks und Fig. 7 einen Schnitt längs der Linie VII-VII in Fig. 6.

In den Figuren wurden zur Verdeutlichung Stabtragwerke mit nur wenigen Gliedern dargestellt, tatsächlich sind solche Tragwerke meist wesentlich vielgliedriger.

In Fig. 1 ist eine vorgespannte, einlagige, polygonal gekrümmte Stabwerkskuppel und in Fig. 2 ist eine einlagige, polygonal gekrümmte Stabwerkstone schematisch dargestellt.

In Fig. 3 ist ein schematischer Schnitt durch ein vorgespanntes, polygonal gekrümmtes Stabtragwerk geführt. Hier sind die auf Druck beanspruchten Tragwerkstäbe 1 mit starken Linien und die vorgespannten Zugglieder 2 mit schwächeren Linien dargestellt. Die Stabknickepunkte 3 sind zugleich die Angriffspunkte der vorgespannten Zugglieder 2. Aus Fig. 1 ist ersichtlich, daß jedes vorgespannte Zugglied 2 unter Auslassen eines dazwischenliegenden Stabknickepunktes 3' zwei Stabknickepunkte 3

verbindet. Sinngemäß verbinden die vorgespannten Zugglieder 2' Stabknickepunkte 3' und lassen den jeweils dazwischen angeordneten Stabknickepunkt 3 aus.

5 In Fig. 4 ist ein Teil des Stabwerkes herausgehoben. Man ersieht hier die Wirkung der Tragwerksstäbe 1 unter Vorspannung der Zugglieder 2 bzw. unter Einwirkung einer äußeren Kraft F am Knickpunkt 3. Es ist hier auch zu erkennen, daß bei Einwirken einer äußeren Kraft das Zugglied 2 zusätzlich belastet wird, wogegen die am Lastangriffspunkt und Stabknickepunkt 3' angreifenden Zugglieder 2' jedoch entlastet werden.

10 Fig. 5 zeigt ein rautenförmig verknüpftes Stabtragwerk im Grundriß. Die strichlierten Tragwerkstäbe 1 in Längsachse können bei einfach gekrümmten Tragwerken auch entfallen, bei zweifach gekrümmten Tragwerken wie z.B. bei Stabwerkskuppeln bilden sie einen Zugring, welcher das Gesamt-Tragwerk in Form hält.

15 In Fig. 4 wird auch die Anordnung von Feder-Dämpferelementen 4 in den Zuggliedern 2 dargestellt. Weiters wird die Möglichkeit rautenförmig aufgespaltener Zugglieder 5 gezeigt, wobei die zum Vorspannen und Auseinanderspreizen der Zugglieder 5 notwendigen Druckelemente ebenfalls als Feder-Dämpferelemente 6 ausgebildet sein können.

20 Die Fig. 6 und 7 zeigen eine mögliche Ausführungsform der Stabknickepunkte 3 und zugleich die Knotenbildung für vier bis sechs Tragwerkstäbe 1 mit den am selben Knoten 3 angreifenden, vorgespannten Zuggliedern 2.

25 Bei dem erfindungsgemäßen, einlagigen, polygonal gekrümmten Stabtragwerk wird vermieden, daß bei ungleichmäßigen Belastungen, zusätzlichen größeren Einzellasten oder Horizontalkräften aus Wind usw. große Biegemomente im Stabwerkssystem hervorgerufen werden, die unzulässig große Verformungen des gesamten Systems oder das Durchschlagen der Stabknoten (Knickepunkte im Stabwerk) durch hier angreifende Lasten (Kniehebelwirkung) zur Folge haben können. Dies wird beim erfindungsgemäßen Tragwerk aus Stäben 1 erreicht, indem jeweils zwei Stabknickepunkte bzw. Knoten 3 unter Überspringen eines dazwischenliegenden Stabknickepunktes 3' durch vorgespannte Zugglieder 2 verbunden sind. Die dazwischenliegenden Stabknickepunkte 3' sind ihrerseits unter Überspringen der oben erwähnten bereits verbundenen Knickpunkte 3 ebenfalls durch vorgespannte Zugglieder 2' miteinander verbunden. So entsteht eine Vielzahl von vorgespannten Sprengwerken 1, 2, 3 bzw. 1', 2', 3', welche es keinem einzigen Stabknickepunkt bzw. Knoten 3, 3' erlauben, seine Lage am zugeordneten Krümmungskreis zu verlassen. Durch Vorspannen der Zugglieder 2, 2' wird die Steifigkeit des erfindungsgemäßen Stabtragwerkes erhöht. Die Zugglieder 2, 2' können auch rautenförmig aufgespalten werden, wobei die Vorspannung dieser aufgespaltenen Zugglieder 5 über die hohe Kraftübersetzung durch kleine, querliegende, die Aufspaltung auseinanderhaltende Druckelemente billig und genau einstellbar ist. Zur Dämpfung von Schwingungen in diesen leichten, meist weitgespannten Tragwerken, z.B. durch Winderregung, können bei

den Zuggliedern 2 bzw. 5 Feder-Dämpferelemente 4 bzw. 6 zwischengeschaltet sein.

Die Zugglieder 2, 5 bestehen meist aus Rundstahl, Vierkant- oder Flachstahl. Die Stäbe 1 müssen auch Druck aufnehmen können und sind daher meist aus Rundrohren, Vierkanthrohren oder breitflanschigen Stahlträgern hergestellt. An Stelle von Stahl kann für bestimmte Zwecke sowohl für die Zugglieder 2 als auch für die Stäbe 1 auch Aluminium, verwendet werden.

Als Feder-Dämpferelemente können handelsübliche Dämpfer mit Federrückstellung eingesetzt werden, wie sie aus dem Schwerfahrzeugbau, Kranbau usw. an sich bekannt sind. Die als Hydraulik-Dämpfer oder als Reibungsdämpfer ausgebildeten Feder-Dämpferelemente funktionieren so, daß Schwingungen durch im Dämpfer zu verrichtende Arbeit unterdrückt werden. Die Federn stellen die Längen und die Vorspannung der einzelnen Zugglieder, die sich bei Schwingungen des Daches verändern, wieder in die Länge bei Ruhelage zurück.

Patentansprüche

1. Einlagiges, polygonal gekrümmtes Stab-

tragwerk, bei dem die Knickpunkte der Tragwerkstäbe unter Auslassen je eines dazwischenliegenden Knickpunktes miteinander über Zugstäbe verbunden sind, und bei dem die dazwischenliegenden Knickpunkte unter Auslassung je eines dazwischenliegenden Knickpunktes miteinander ebenfalls über Zugstäbe verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die die Knickpunkte (3 bzw. 3') unter Auslassung je eines dazwischenliegenden Knickpunktes (3' bzw. 3) miteinander verbindenden Zugglieder (2 bzw. 2') vorgespannt sind.

2. Stabtragwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugglieder (5) rautenförmig aufgespalten sind und über Druckelemente (6) auseinandergehalten bzw. vorgespannt sind.

Stabtragwerk nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in den Zuggliedern (2, 2') in Längsrichtung der Zugelemente (2, 2') wirkende Feder-Dämpferelemente (4) vorgesehen sind, welche zugleich auch die Vorspannung übernehmen.

4. Stabtragwerk nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugglieder (5) durch Feder-Dämpferelemente (6) auseinandergehalten bzw. vorgespannt sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

4

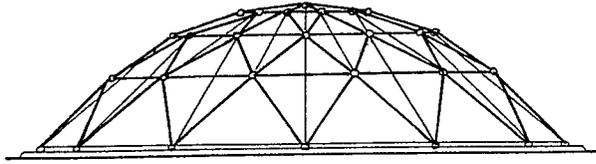


FIG. 1

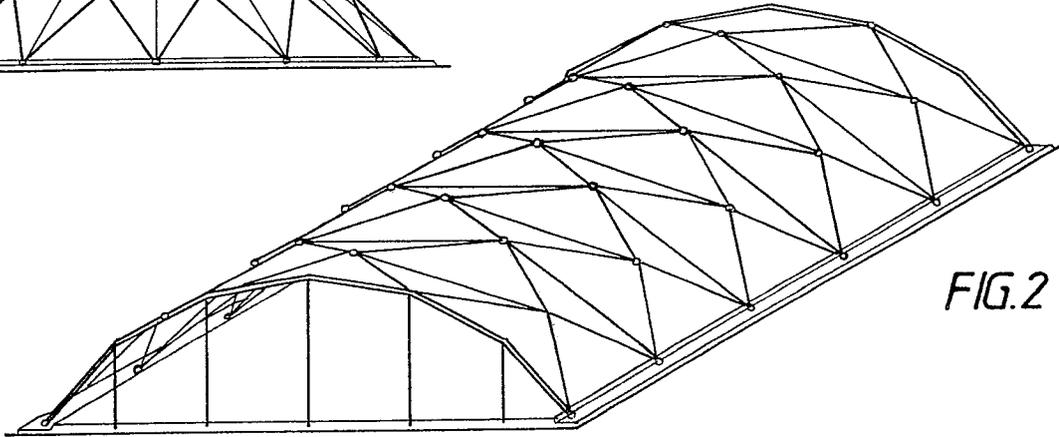


FIG. 2

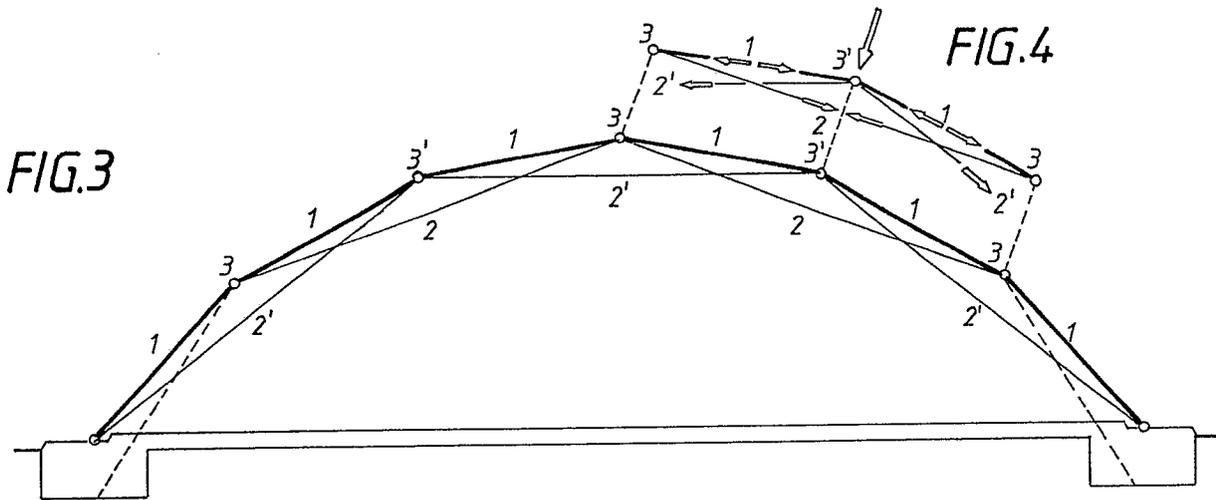


FIG. 3

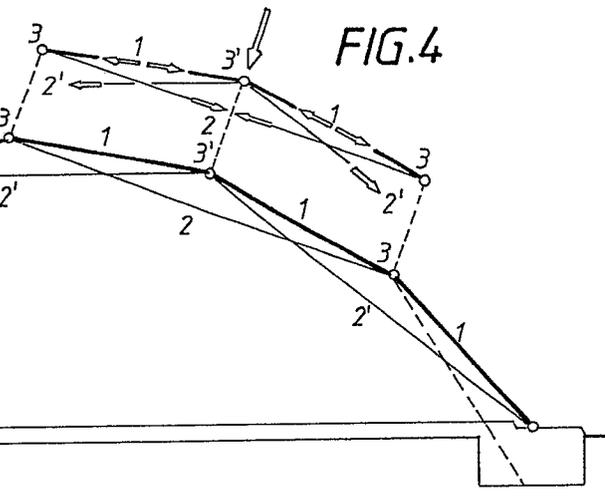


FIG. 4

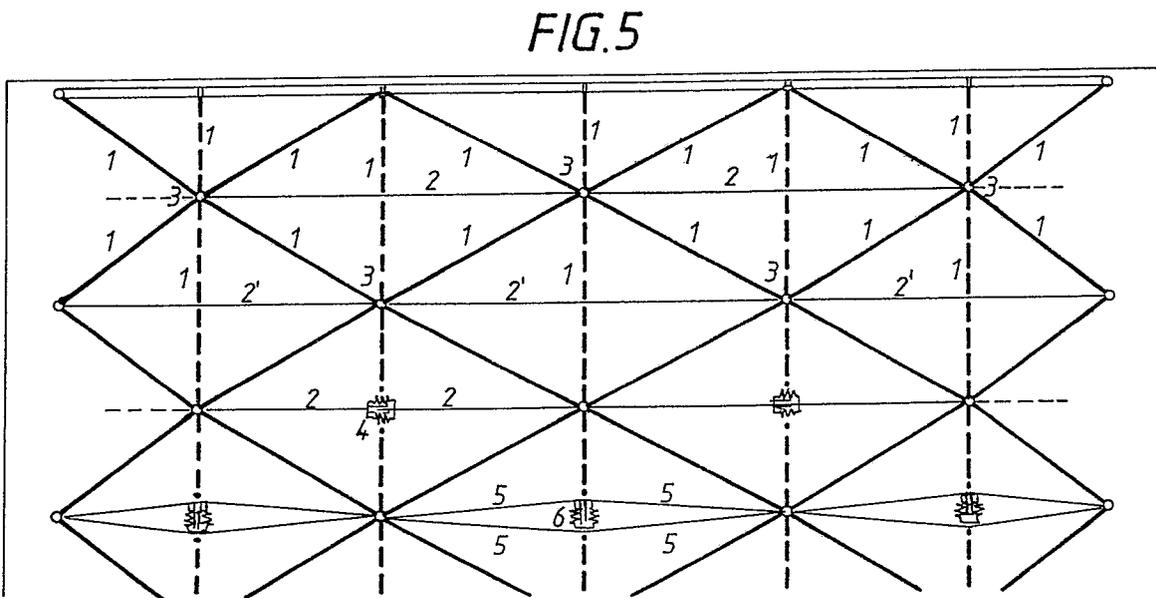


FIG. 5

FIG. 6

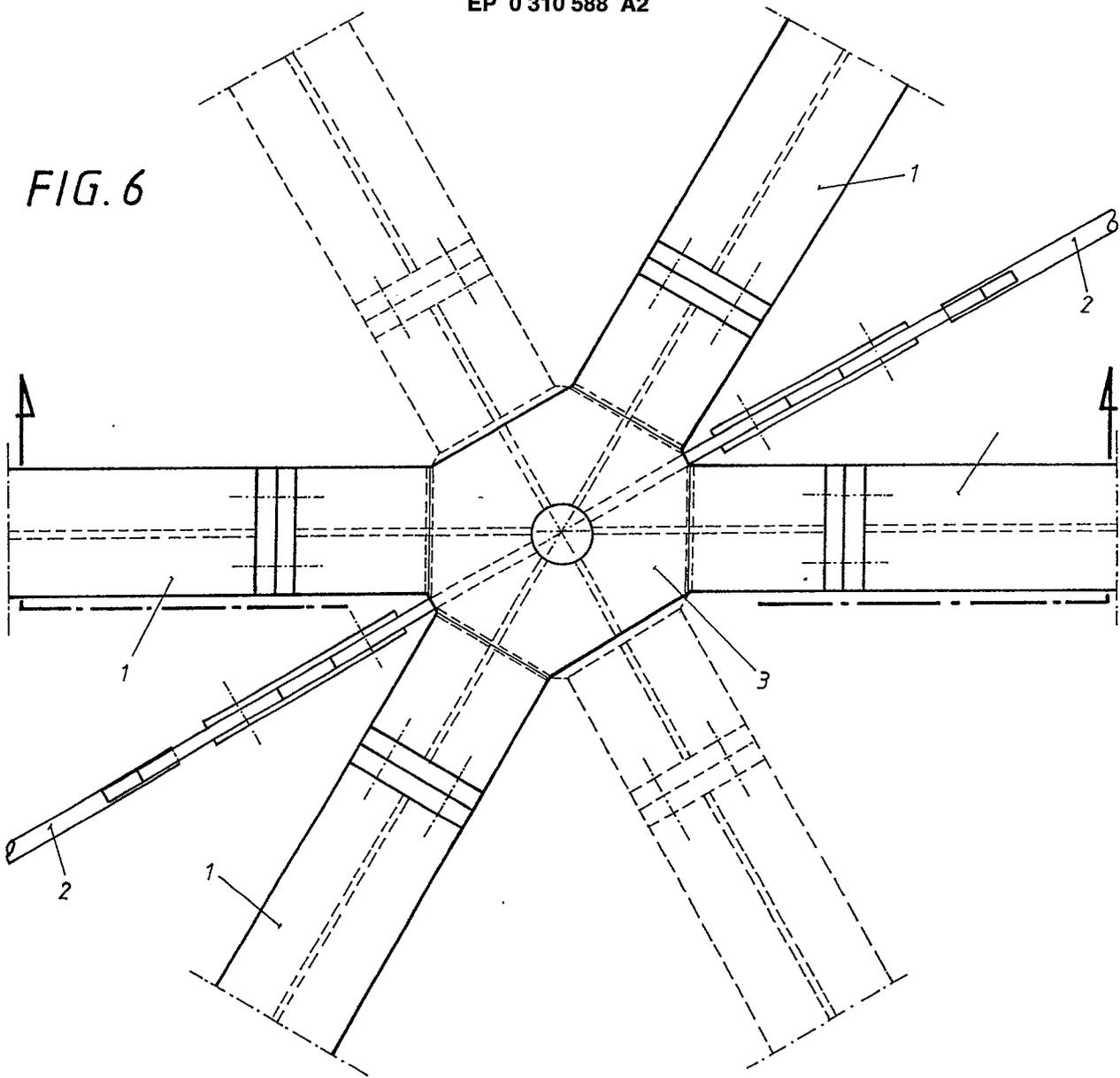


FIG. 7

