(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Februar 2004 (19.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/015227 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: E04H 15/20

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008653

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. August 2003 (05.08.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

102 36 013.8	6. August 2002 (06.08.2002)	DE
102 37 143.1	13. August 2002 (13.08.2002)	DE
102 37 142.3	13. August 2002 (13.08.2002)	DE
102 41 151.4	5. September 2002 (05.09.2002)	DE
103 06 055.3	13. Februar 2003 (13.02.2003)	DE

(71) Anmelder und
(72) Erfinder: **RATTUE, Robert** [GB/ES]; Cassa Frances 22, El. Horrojo Alto, Plot 67B, Benhavis (ES).

(74) Anwalt: **LESKE, Thomas**; Possartstrasse 20, 81679 München (DE).

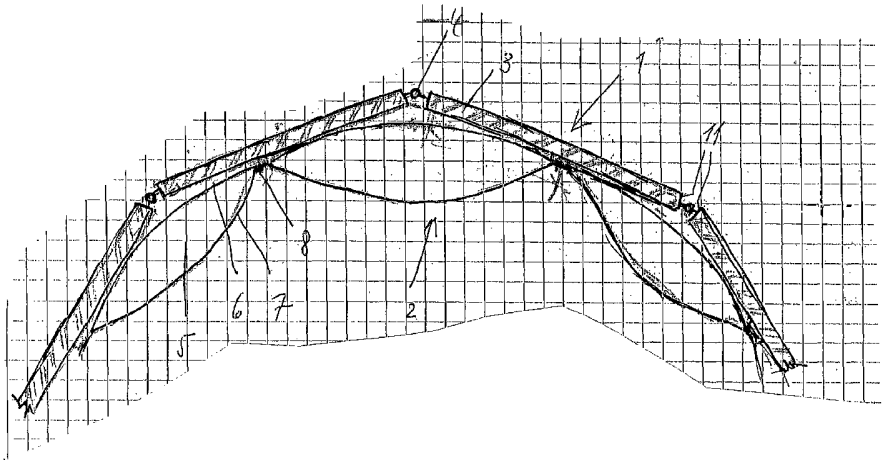
(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR ERECTING A SELF-SUPPORTING ARCHED STRUCTURE AND SELF-SUPPORTING ARCHED STRUCTURE, IN PARTICULAR A BUILDING

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM ERRICHTEN EINER SELBSTTRAGENDEN GEKRÜMMTEN STRUKTUR UND SELBSTTRAGENDE GEKRÜMMTE STRUKTUR, INSBESONDERE BAUWERK



(57) **Abstract:** The invention relates to an arched three-dimensional structure built from a first planar component (1) and a second planar component (2). The first planar component comprises sheets (3), connected to each other by means of connection joints (4). The connection joints (4) are located in the gap between the lateral edges (11) of adjacent sheets (3). The second planar component (2) comprises individual membrane elements (5). Each membrane element (5) comprises a first membrane (6) and a second membrane (7). The membrane elements (5) can be formed by overlaying two webs of membrane material and welding or gluing the same together along the connection regions (8) thereof. Connector elements (9) engage at the connection regions (8) by means of which the first planar component (1) and the second planar component (2) are connected. When the membrane elements (5) are filled with gas, the entire structure adopts a domed, arched form as a result of the interaction of the both planar components (1) and (2) which is self-supporting. Extremely stable buildings can thus be produced. One application area is as large halls for sports and similar activities, or as storage halls for parking vehicles or aircraft.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/015227 A1

Veröffentlicht:
— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Eine gekrümmte räumliche Struktur ist aus einem ersten flächigen Bauteil (1) und einem zweiten flächigen Bauteil (2) aufgebaut. Das erste flächige Bauteil besteht aus Platten (3), die über Verbindungsgelenke (4) miteinander verbunden sind. Die Verbindungsgelenke (4) befinden sich in dem Spalt zwischen den Seitenkanten (11) benachbarter Platten (3). Das zweite flächige Bauteil (2) besteht aus einzelnen Membranelementen (5). Jedes Membranelement (5) umfasst eine erste Membran (6) und eine zweite Membran (7). Die Membranelemente (5) können gebildet sein, indem zwei Bahnen aus Membranmaterial aufeinandergelegt und längs ihrer Verbindungsbereiche (8) miteinander verklebt oder verschweisst werden. An den Verbindungsbereichen (8) greifen Verbindungselemente (9) an, mit denen das erste flächige Bauteil (1) und das zweite flächige Bauteil (2) verbunden werden. Wenn die Membranelemente (5) mit Gas gefüllt werden, nimmt im Zusammenwirken der beiden flächigen Bauteile (1) und (2) die gesamte Struktur eine ausgewölbte, gekrümmte Form an und ist selbsttragend. Es lassen sich dadurch auf einfache Weise sehr stabile Bauwerke erstellen. Ein Anwendungsgebiet sind grosse Hallen für Sport- und ähnliche Veranstaltungen oder als Lagerhallen zum Abstellen von Fahrzeugen oder Flugzeugen.

VERFAHREN UND SYSTEM ZUM ERRICHTEN EINER SELBSTTRAGENDEN GEKRÜMMTEN STRUKTUR, NSBESONDERE BAUWERK

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Errichten einer selbsttragenden gekrümmten Struktur und eine selbsttragende gekrümmte Struktur selbst, insbesondere ein Bauwerk.

Es ist bekannt, Gebäude zur dauernden oder vorübergehenden Benutzung zu erstellen, indem eine Tragekonstruktion aus Stützen, Trägern und Balken errichtet wird, die anschließend im Bereich der Wände mit plattenförmigen Bauelementen versehen werden. Insbesondere im Fall größerer Hallen, wie sie zum Zwecke des Sports, für Ausstellungen, Veranstaltungen jeglicher Art und als Abstellhallen für Maschinen, Fahrzeuge oder Flugzeuge benötigt werden, ist der Aufwand zum Errichten derartiger Bauwerke sehr erheblich. Bei größeren Spannweiten der zugehörigen Dächer ergibt sich die Notwendigkeit, ein kompliziertes System von Stützen und Gitterträgern vorzusehen. Diese müssen genau berechnet werden und sind in der Herstellung kompliziert. Die Stützen und Träger müssen zugeschnitten, zum Schweißvorgang vorbereitet, miteinander verschweißt und genau kontrolliert werden. Dabei sind Ausgangsteile von erheblicher Größe zu transportieren, die an Ort und Stelle mechanisch bearbeitet und miteinander verbunden werden müssen. Neben Vorratshaltung, Transport und Verarbeitung sind auch Kräne und weitere Hebezeuge erforderlich, ferner Lagereinrichtungen und ein nicht unerheblicher Aufwand zum Schweißen dieser Teile vor Ort.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Errichten einer selbsttragenden gekrümmten Struktur zur Verfügung zu stellen, die auf

verhältnismäßig einfache Weise an Ort und Stelle schnell errichtet werden und dennoch einen hohen Gebrauchswert über eine längere Zeit hin aufweisen.

Die Erfindung besteht gemäß Anspruch 1 in einem Verfahren zum Errichten einer selbsttragenden gekrümmten Struktur, bei dem ein aus gelenkig miteinander verbundenen Platten bestehendes erstes flächiges Bauteil auf einem zweiten flächigen Bauteil aufliegt, das aus einzelnen, miteinander verbundenen aufblasbaren Membranelementen besteht und mit dem ersten flächigen Bauteil zumindest punktweise verbunden ist, wobei durch Befüllen der einzelnen Membranelemente mit einem Gas die Membranelemente sich ausdehnen und das zunächst ebene zweite flächige Bauteil in eine räumlich gekrümmte Form überführen, die auch das darauf liegende erste flächige Bauteil einnimmt.

Die Platten des ersten flächigen Bauteils können vorgefertigte steife und feste Platten von weitgehend frei zu wählender Größe sein. Diese Platten können aus Kunststoff, Glas oder Metall bestehen. Sie können als einfache Massivplatten oder in Waben- oder Sandwich-Form ausgeführt sein. Die Platten werden gelenkig miteinander verbunden und können bei richtiger Ausführung der Gelenke eine flexible Matrix, eben das genannte erste flächige Bauteil bilden, das in eine selbsttragende gekrümmte räumliche Struktur zu überführen ist. Die fertige Form kann beispielsweise eine zylindrische oder glockenförmige Kontur sein.

Das darunter befindliche zweite flächige Bauteil besteht aus einzelnen, miteinander verbundenen aufblasbaren Membranelementen, die entlang ihrer Längskanten miteinander verbunden sind. Sie bestehen aus einer ersten und einer zweiten Membran, die an den Außenkanten eines jeden Membranelementes miteinander verbunden sind. Dabei können beispielsweise mehrere derartiger Membranelemente in ihrem Verbindungsbereichen durch Verkleben, Verschweißen oder dergleichen miteinander verbunden sein. Es ist jedoch auch möglich, zwei getrennte Ausgangsbahnen für das Material der

Membranen zu verwenden und die Membranen durch Verbindungsleisten an ihren Rändern mechanisch miteinander zu verbinden. Ferner ist eine Mischform beider Bauweisen möglich, in dem ein Feld aus einer Vielzahl von Membranelementen durch Verschweißen oder Verkleben längs der Verbindungsbereiche erzeugt wird und danach mehrere derartiger Felder durch Verbindungsleisten miteinander verbunden werden.

In der älteren, nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung 102 36 013.8 des Anmelders ist ein derartiges flächiges Bauteil in Form eines Membrandach-Elementes bereits beschrieben und dargestellt. Die Membranelemente bestehen dort aus transparentem Material und können zumindest zeitweise mit einem Gas befüllt werden, das Sonnenlicht absorbiert oder reflektiert. Dieses Membrandach-Element erfordert aber eine besondere Stützkonstruktion.

Ein weiterer Vorschlag des Anmelders gemäß der älteren, nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung 102 41 151.4 hat daher zum Gegenstand, aus einem derartigen flächigen Bauteil, das aus einzelnen mit Gas gefüllten Membranelementen besteht, eine räumliche Struktur zu bilden, indem die Dehnungseigenschaften der ersten und der zweiten Membran eines jeden Membranelementes unterschiedlich sind. Beim Aufblasen nimmt ein derartiges flächiges Bauteil eine gekrümmte Form an, so daß sich eine selbsttragende räumliche Struktur bildet.

Nach dem Vorschlag der vorstehenden Erfindung hingegen wirken das erste flächige Bauteil und das zweite flächige Bauteil miteinander zusammen. Indem die Membranelemente des zweiten flächigen Bauteils aufgeblasen werden, verkleinert sich der Grundriß der einzelnen Membranelemente. Da diese zumindest punktweise mit den gelenkig miteinander verbundenen Platten des ersten flächigen Bauteils verbunden sind, üben sie auf die Platten eine Zugwirkung aus, so daß die Platten sich in ihren Gelenken gegeneinander bewegen und das erste flächige Bauteil dadurch eine räumlich gekrümmte

Form annimmt. Das erste und das zweite flächige Bauteil verspannen und stabilisieren sich dadurch gegenseitig.

Durch geschicktes Dimensionieren der Größe der Platten sowie der Membranelemente sowie durch die richtige Anordnung der zwischen den einzelnen Platten vorhandenen Gelenke und der Verbindungsstellen zwischen dem ersten und dem zweiten flächigen Bauteil lassen sich räumliche Strukturen von genau voraus berechenbarer Größe und Form erstellen. Die dadurch gebildeten Bauwerke sind außerordentlich stabil. Das zweite flächige Bauteil, das aus einzelnen Membranelementen, also einem elastischen Material aufgebaut ist, muß in erster Linie das Gewicht der festen oder starren Platten tragen, wenn das Gebäude fertig erstellt ist. Dazu können noch gewisse äußere Belastungen kommen, wie sie durch Windkräfte und Schnee hervorgerufen werden. Es hat sich aber gezeigt, daß die erfindungsgemäß hergestellten Strukturen diesen Belastungen standhalten. Ein besonderer Vorteil besteht darin, daß die erfindungsgemäß erstellten Bauwerke weitgehend unempfindlich gegen Erdbeben sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, Bauwerke ohne Stützgerüste und aufwendige Tragkonstruktionen zu erstellen. Kräne und andere Aufstellmittel werden überflüssig. Da die beiden flächigen Bauteile aus Einzelelementen aufgebaut und zusammengesetzt werden können, wird auch der Transport der Einzelteile zur Baustelle erheblich vereinfacht. Die erfindungsgemäß aufgebaute selbsttragende gekrümmte Struktur läßt sich als Schutzwand verwenden und ist überall dort von Vorteil, wo schnell und mit einfachen Mitteln Bauwerke von erheblicher Größe errichtet werden sollen.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß die Verbindung zwischen den beiden flächigen Bauteilen in der geometrischen Mitte der Platten des ersten flächigen Bauteils und in den Verbindungsbereichen zwischen den einzelnen Membranelementen des zweiten flächigen Bauteils vorgenommen wird.

Die die Verkrümmung des ersten flächigen Bauteils bewirkenden Membranelemente greifen dabei genau in der Mitte der einzelnen Platten und somit symmetrisch zu den zwischen den Platten befindlichen Gelenken an, wodurch einen regelmäßige Wölbung des zu krümmenden ersten flächigen Bauteils zustande kommt. Zudem eröffnen die ohnehin erforderlichen Verbindungsbereiche zwischen den einzelnen Membranelementen eine besonders günstige Gelegenheit, Verbindungselemente anzubringen. Die Angriffsstellen zwischen dem ersten und dem zweiten flächigen Bauteil erfolgen somit auch hinsichtlich der Membranelemente symmetrisch und an einer für die Beanspruchung des zweiten flächigen Bauteils besonders günstigen Stelle.

Auf besonders einfache Weise erfolgt die punktweise Verbindung zwischen dem ersten flächigen Bauteil und dem zweiten flächigen Bauteil dadurch, daß die beiden Bauteile an den genannten Stellen miteinander verschraubt werden.

Wie bereits gesagt, ergibt sich die selbsttragende gekrümmte Struktur allein schon dadurch, daß das erste flächige Bauteil, das aus gelenkig miteinander verbundenen Platten besteht, und das zweite flächige Bauteil, das aus einzelnen Membranelementen besteht, gegeneinander verspannt werden, indem die Membranelemente mit Gas gefüllt werden. Diese Wirkung tritt ein, selbst wenn die in Bezug auf das zu errichtende Bauwerk obere erste Membran und die untere zweite Membran eines jeden Membranelementes genau dieselben Dehnungseigenschaften haben. Es sind jedoch noch weitere Beeinflussungsmöglichkeiten gegeben. So kann das zweite flächige Bauteil durch Befüllen der einzelnen Membranelemente gezielt in eine bestimmte räumliche Form überführt werden, indem jedes Membranelement aus einer ersten und einer Membran besteht, deren Dehnungseigenschaften unterschiedlich sind.

Hierzu können die erste und die zweite Membran zum Beispiel eine unterschiedliche Dicke haben. Einzelheiten hierzu sind in der schon genannten älteren deutschen Patentanmeldung 102 41 151.4 des Anmelders beschrieben. Diese Art der räumlichen Beeinflussung kann auch bei dem hier beschriebenen Verfahren übernommen werden, bei dem das aus Membranelementen bestehende zweite flächige Bauteil mit dem ersten, aus gelenkig miteinander verbunden Platten bestehenden ersten flächigen Bauteil verbunden und verspannt ist. Somit läßt sich eine Vielzahl verstärkter Krümmungsformen erreichen, die erstaunliche selbsttragende und stabile Eigenschaften haben.

Die endgültig erreichte Lage der erfindungsgemäß herzustellenden selbsttragenden gekrümmten räumlichen Struktur kann abschließend stabilisiert und die erzielte räumliche Struktur des ersten flächigen Bauteils gesichert werden, indem keilförmige Zwischenstücke zwischen die einander zugewandten Seitenkanten benachbarter Platten eingesetzt werden. Auf diese Weise entsteht ein Bauwerk, das letztlich unabhängig von dem zweiten flächigen Bauteil ist, das zu seiner Entstehung gedient hat.

Daher kann in einem abschließenden vorteilhaften Schritt die Verbindung zwischen den beiden flächigen Bauteilen gelöst und das zweite flächige Bauteil nach Ablassen des Füllgases aus der gekrümmten räumlichen Struktur entfernt werden.

Sofern der gewünschte letzte Schritt nicht gewünscht wird, ist es auch möglich, die erstellte selbsttragende räumliche Struktur dadurch zu erhalten, daß für eine ständige Füllung der einzelnen Membranelemente unter gleichbleibendem Gasdruck gesorgt wird.

Die erfindungsgemäße selbsttragende gekrümmte Struktur, insbesondere ein Bauwerk, ist im Anspruch 7 angegeben. Sie umfaßt eine Struktur mit einem aus gelenkig miteinander verbundenen Platten bestehenden ersten flächigen

Bauteil, das auf einem zweiten flächigen Bauteil aufliegt und mit diesem zumindest punktweise verbunden ist, wobei das zweite flächige Bauteil aus mit Gas gefüllten Membranelementen aufgebaut ist, die an ihren Rändern miteinander verbunden sind und von denen jedes Membranelement zumindest eine erste, dem ersten flächigen Bauteil zugewandte Membran und eine zweite Membran aufweist, und die beiden Membranen zwischen sich den mit Gas gefüllten Hohlraum des Membranelementes bilden.

Wie schon für das Verfahren beschrieben worden ist, werden durch das Befüllen der einzelnen Membranelemente mit einem Gas die Kanten eines jeden Membranelementes aneinander angenähert. Durch die punktweise Verbindung mit dem darüber befindlichen ersten flächigen Bauteil wird auf die Platten des ersten flächigen Bauteils eine Zugwirkung ausgeübt, die zu einem Abwinkeln in den Gelenken zwischen dem einzelnen Platten führt. Auf diese Weise entsteht eine gekrümmte Struktur, bei der sich das erste und das zweite flächige Bauteil gegeneinander verspannen und stabilisieren.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Struktur besteht darin, daß die zweite Membran dicker ist als die erste Membran. Infolge dieser Ausbildung hat das zweite flächige Bauteil beim Befüllen mit Gas ohnehin schon das Bestreben, eine gekrümmte Form anzunehmen. Diese Wirkung kommt somit verstärkend zu der Krümmungswirkung hinzu, die durch das Zusammenwirken des zweiten flächigen Bauteils mit dem ersten flächigen Bauteil gegeben ist.

Vorteilhaft wird nach einer weiteren Ausgestaltung vorgesehen, daß die Platten des ersten flächigen Bauteils und die Membranelemente des zweiten flächigen Bauteils von quadratischer Form und gleicher Größe sind. Eine derartige regelmäßige Gestaltung schafft die besten Voraussetzungen für ein gleichmäßiges Verformen der gesamten selbsttragenden gekrümmten Struktur und ist in ihren Eigenschaften besonders gut berechenbar und vorhersehbar.

Für das gezielte Verspannen der beiden flächigen Bauteile miteinander ist es von besonderer Bedeutung, wie die beiden Bauteile miteinander verbunden werden. Nach einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung ist in dieser Hinsicht vorgesehen, daß die Verbindung zwischen dem ersten und dem zweiten flächigen Bauteil durch Verbindungselemente erfolgt, die in der Flächenmitte der Platten des ersten Bauteils angeordnet sind und an dem zweiten flächigen Bauteil in den Verbindungsbereichen zwischen den einzelnen Membranelementen angreifen.

Nach dieser Ausgestaltung ergibt sich eine weitgehend symmetrische Belastung der einzelnen Bereiche. Die Membranelemente greifen symmetrisch mittels ihrer Ränder an den Mitten der einzelnen Platten des ersten flächigen Bauteils an. Indem die Verbindungselemente in den Verbindungsbereichen zwischen den einzelnen Membranelementen angreifen, entstehen keine größeren Abdichtprobleme für die Membranelemente, weil es sich hierbei um Stellen handelt, die ohnehin abgedichtet sein müssen.

Dabei kann in einer weiteren Ausgestaltung vorgesehen werden, daß sich die Angriffsstelle eines jeden Verbindungselementes an dem zweiten flächigen Bauteil zwischen zwei benachbarten Membranelementen etwa auf halber Länge der angrenzenden Membrankanten befindet.

Der Gedanke der symmetrischen Belastung und Verspannung wird dadurch konsequent fortgeführt. Bei dieser zuletzt genannten Anordnung wird sich eine zylindrische Verwölbung der selbsttragenden gekrümmten Struktur einstellen.

Abweichend von dem soeben Genannten kann jedoch auch in der Weise vorgegangen werden, daß sich die Angriffsstelle eines jeden Verbindungselementes an dem zweiten flächigen Bauteil im Kreuzungspunkt zweier Verbindungsbereiche zwischen den Membranelementen befindet.

In der Draufsicht sind dabei vier Membranelemente in Form eines Quadrates angeordnet, wobei die einzelnen Membranelemente durch ein Kreuz von Verbindungsbereichen miteinander verbunden sind. Im Mittelpunkt dieses Kreuzes greift sodann das Verbindungselement an. Bei dieser Art der Befestigung wird sich eine kuppel- oder kugelförmige gekrümmte Form der erfindungsgemäßen Struktur einstellen, sofern die Gelenke zwischen den Platten des ersten flächigen Bauteils in geeigneter Weise ausgebildet sind.

Hinsichtlich der Gelenke kann die Ausbildung vorteilhaft derart getroffen werden, daß sich jeweils zwischen zwei benachbarten Platten des ersten flächigen Bauteils ein Spalt befindet, dessen Breite der des Verbindungsbereichs zwischen zwei Membranelementen entspricht, und daß in dem Spalt mindestens ein Verbindungsgelenk angeordnet ist. Wenn die Membranelemente und die Platten etwa die gleiche Grundrißform und –größe haben, so ist es vorteilhaft, wenn auch ein Spalt zwischen den Platten dieselbe Größe hat wie der Verbindungsbereich zwischen den Membranelementen. Man wird dann die Gelenke in diesem Spalt anordnen und erhält insgesamt eine Struktur aus geometrisch ähnlich aufgebauten flächigen Bauteilen, deren Verhalten beim Aufblasen der Membranelemente berechenbar und überschaubar ist.

Soll die selbsttragende gekrümmte Struktur gemäß der Erfindung eine etwa zylindrische Wölbung erhalten, so kann das durch die Anordnung mehrerer Verbindungsgelenke erfolgen, deren gemeinsame Schwenkachse sich längs der zugehörigen beiderseitigen Plattenkanten erstreckt. Für jeweils zwei benachbarte, nur durch den genannten Spalt getrennte Platten sind somit jeweils mehrere Gelenke vorhanden, die eine gemeinsame Schwenkachse aufweisen. Diese Schwenkachse verläuft parallel zu den benachbarten Plattenkanten. Auf diese Weise ist eine etwa zylindrische Verwölbung des ersten flächigen Bauteils vorgeschrieben.

Wird eine räumliche Verwölbung nach Art einer Kugel angestrebt, so wird es vorteilhafter sein, daß zwischen benachbarten Platten ein einziges Verbindungsgelenk angeordnet ist, das als Kugelgelenk ausgebildet ist.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind keilförmige Zwischenstücke vorgesehen, die zwischen die einander zugewandten Seitenkanten benachbarter Platten des ersten flächigen Bauteils eingesetzt sind.

Wenn das durch Aufblasen der Membranelemente zu erstellende Bauwerk seine endgültige Form erreicht hat, können diese keilförmigen Zwischenstücke in den Spalt zwischen den einander zugewandten Seitenkanten benachbarter Platten eingesetzt werden, wobei lediglich die Gelenkstellen auszunehmen sind. Auf diese Weise wird allein schon das erste flächige Bauteil für sich allein stabilisiert, so daß insgesamt eine sehr stabile selbsttragende Struktur erzielt ist. In vielen Fällen wird man sodann das zweite flächige Bauteil entfernen können. Hierzu muß das Gas aus den Membranelementen entfernt werden, und es sind die Verbindungselemente, im einfachsten Falle Schrauben, zwischen dem ersten und dem zweiten flächigen Bauteil zu entfernen.

Nach einer weiteren Ausgestaltung kann vorgesehen werden, daß in den Platten des ersten flächigen Bauteils Kanäle zum Hindurchleiten eines heizenden oder kühlenden Strömungsmediums angeordnet sind. Wird nämlich eine derartige selbsttragende gekrümmte Struktur in Gegenden aufgestellt, in der Schneelasten die Struktur zusätzlich belasten können, so eröffnet das Beheizen der Platten die Möglichkeit, den Schnee zu entfernen, bevor er eine kritische Belastung für die Struktur darstellen kann. Es ist jedoch auch möglich, den Innenraum einer derartigen Struktur zu kühlen, wenn in besonders heißen Gegenden ein Kühlmedium durch die Kanäle der Platten hindurch geleitet wird.

Die erfindungsgemäße selbsttragende gekrümmte Struktur wird in der Regel aus einer Vielzahl von einzelnen Platten in dem ersten flächigen Bauteil aufgebaut sein. Es ist daher unwirtschaftlich, jede einzelne Platte für sich zu beheizen oder zu kühlen. Daher sind gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung flexible Verbindungsleitungen vorgesehen, die zwischen den Strömungskanälen zumindest einer Gruppe von Platten angeordnet sind. Im äußersten Fall können alle Platten durch derartige flexible Verbindungsleitungen miteinander verbunden sein und somit das gesamte erste flächige Bauteil geheizt oder gekühlt werden.

Wenn das zweite flächige Bauteil nach dem Errichten der gesamten selbsttragenden gekrümmten Strujtur nicht entfernt werden soll, ergibt sich eine Reihe zusätzlicher Ausgestaltungsmöglichkeiten dadurch, dass die Platten des ersten flächigen Bauteils und die erste und zweite Membran der Membranelemente des zweiten flächigen Bauteils transparent ausgebildet sind.

So kann gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung vorgesehen sein, dass die Membranelemente des zweiten flächigen Bauteils mittels eines Leitungssystems fluidisch untereinander so gekoppelt sind, dass Licht, insbesondere Sonnenlicht, absorbierendes oder reflektierendes Gas in die Membranelemente hinein oder mittels transparentem Gas aus diesen Elementen heraus leitbar ist, so dass die selbsttragende gekrümmte Struktur von einer transparenten, lichtdurchlässigen in einen Schatten liefernde, Licht im Wesentlichen am Durchtritt hindernde Eigenschaft oder umgekehrt wechselt.

Je nach Bedarf kann dadurch erreicht werden, dass die selbsttragende gekrümmte Struktur Sonnenlicht absorbiert oder reflektiert, d.h. Licht am Durchtritt durch die Struktur mehr oder weniger stark hindert. Das eingelassene Gas kann jedoch auch wieder abgelassen und durch ein anderes

Gas, vorzugsweise Luft, ersetzt werden. Die selbsttragende gekrümmte Struktur wird damit von einem Schattenspender wieder zu einer Struktur, die das Sonnenlicht hindurch lässt.

Eine besonders interessante Variante dieser Ausgestaltung besteht darin, dass das Leitungssystem ansteuerbare Ventile aufweist, die derart ansteuerbar sind, dass ausgewählte Membranelemente mit opakem Gas befüllbar oder mit transparentem Gas wiederbefüllbar und in Abhängigkeit von einer Grundanordnung der Membranelemente gewünschte Muster oder Schriftzüge bzw. Buchstaben erzeugbar sind.

Somit wird mit der Erfindung die Möglichkeit geschaffen, Spezialeffekte zu erzielen bzw. eine derartige aus solchen Elementen bestehende Struktur als Großfläche für Werbeanzeigen zu nutzen. Auch können im Fall von Fußballstadien ohne Weiteres von Spiel zu Spiel oder sogar während des Spiels das jeweilige Logo oder der Name der Mannschaft in das Dach appliziert werden.

Eine weitere mögliche Ausgestaltung der erfindungsgemäßen selbsttragenden gekrümmten Struktur beruht ebenfalls auf der transparenten Ausbildung der Platten und der Membranelemente und besteht darin, dass zwischen der ersten und der zweiten Membran der Membranelemente ein flexibler Träger mit einer Fotochromie-Beschichtung angeordnet ist, mittels welcher bei Lichteinstrahlung eine Schattenwirkung erfolgt, welche reversibel bei nachlassender Lichteinstrahlung sich wieder aufhebt.

Bei dieser Ausgestaltung ist im Querschnitt der Membranelemente des zweiten Bauteils eine bei starker Lichteinwirkung sich rasch und deutlich verdunkelnde „Lichtsperre“ vorhanden, welche jedoch reversibel den Lichtdurchtritt wieder stärker freigibt, je weniger intensiv die Lichteinstrahlung ist. Im Zusammenwirken mit der Möglichkeit, farbige oder

opake Gase in die Membranelemente einzuleiten, kann damit die Möglichkeit, in einer Dach-Struktur Musterungen oder Schriftzüge in Form von Logos, Werbeeffekten zu verwirklichen, noch weiter variiert werden.

Noch eine vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass zwischen der ersten und der zweiten Membran der Membranelemente eine zusätzliche Membran mit einer reflektiven Schicht angeordnet ist, mittels welcher in Form von Strahlung einfallende Wärmeenergie zumindest teilweise wieder aus der räumlich gekrümmten Struktur heraus reflektiert wird, während Licht im Wesentlichen passieren kann.

Das kann zum Beispiel mit einer bronze-colorierten Beschichtung der zusätzlichen Membran erreicht werden und bewirkt den Vorteil, dass sich damit selbsttragende gekrümmte Strukturen, z.B. Dächer herstellen lassen, welche darunter liegende Räume nicht übermäßig aufheizen, weshalb weniger Energie zur Klimatisierung dieser Räume aufgewendet werden muss, welche andererseits aber hell genug sind, dass zusätzliche Lichtquellen nicht benötigt werden bzw. eine Schattenwirkung zuungunsten der Helligkeit des unter dem Dach befindlichen Raumes nicht vorhanden ist.

Schließlich kann die Stabilität und Formbeständigkeit des aus den Membranelementen bestehenden zweiten flächigen Bauteils durch die Anordnung mindestens einer Verstärkungsmembran verbessert werden, die an den Außenseiten zweier benachbarter zweiter Membranen angreifend deren gemeinsamen Rand überdeckt und dadurch ein zusätzliches Membranelement ausbildet.

Auf diese Weise ensteht ein zweites flächiges Bauteil, das sich durch zwei Reihen von Membranelementen auszeichnet. Eine erste, äußere Reihe von Membranelementen wird durch die jeweils erste und zweite Membran gebildet; diese Reihe der Membranelemente ist dem ersten flächigen Bauteil

mit den Platten zugewandt. An diese äußere Reihe der Membranelemente schließt sich sodann die zweite innere Reihe an, die durch die zweiten Membranen und die Verstärkungsmembranen eines jeden weiteren Membranelementes gebildet wird. Auch die Verstärkungsmembranen können durch geschickte Wahl der Anbringungsstellen, durch Bemessung ihrer Dicke und die Breite der stoffschlüssigen Verbindungsstellen so ausgebildet werden, dass die Form der entstehenden räumlichen Struktur dadurch in gezielter und gewünschter Weise sehr genau eingestellt wird. Ein geeigneter Werkstoff für derartige Membranen ist Ethyl-Tetra-Fluorethylen. Einzelheiten hierzu können den eingangs genannten älteren deutschen Patentanmeldungen des Anmelders entnommen werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anschließend anhand der Zeichnungen noch näher beschrieben.

In den Figuren ist das Folgende dargestellt:

Figur 1 zeigt die erfindungsgemäße Struktur in ihrer Ausgangslage.

Figur 2 hat dieselbe Struktur in ihrem aufgerichteten Zustand zum Gegenstand.

In Figur 3 sind Einzelheiten beim Aufblasen eines Membranelementes dargestellt.

Figur 4 zeigt eine Einzelheit der fertig errichteten Struktur.

Figur 5 veranschaulicht die Anordnung der Befestigungsstellen zwischen den beiden flächigen Bauteilen bei einer Struktur gemäß der Erfindung.

Figur 6 ist eine der Figur 5 entsprechende, etwas abgewandelte Darstellung.

Figur 7 stellt eine Abwandlung des zweiten flächigen Bauteils dar.

In Figur 1 ist die erfindungsgemäße Struktur in ihrer Ausgangslage dargestellt. Erkennbar sind ein erstes flächiges Bauteil 1 und ein zweites flächiges Bauteil 2.

Das erste flächige Bauteil 1 besteht aus einzelnen Platten 3, die in einem regelmäßigen Muster angeordnet und durch einen Spalt voneinander getrennt sind. In dem Spalt sind Verbindungsgelenke 4 angeordnet, die eine Beweglichkeit der einzelnen Platten 3 gegeneinander ermöglichen. Bezogen auf die Darstellung gemäß Figur 1 können die Platten 3 um senkrecht zur Zeichnungsebene stehende Achsen gegeneinander verdreht werden, die durch die Verbindungsgelenke 4 verlaufen.

Unterhalb des ersten flächigen Bauteils 1 befindet sich das zweite flächige Bauteil 2, das aus zwei Membranen, nämlich einer ersten Membran 6 und einer zweiten Membran 7 besteht. Die beiden Membranen sind in Verbindungsbereichen 8 miteinander verbunden und bilden dadurch einzelne Membranelemente 5 aus.

In dem Verbindungsbereich 8 sind Verbindungselemente 9 angebracht, mit denen das erste flächige Bauteil 1 und das zweite flächige Bauteil 2 punktweise miteinander verbunden sind. Die Verbindungselemente können Schrauben sein.

Die schematisch in Figur 1 dargestellte Struktur wird an die Stelle verbracht, an der ein Bauwerk erstellt werden soll. Sodann werden die einzelnen Membranelemente 5 mit Gas gefüllt. Hierzu muß ein Gasbefüllungssystem vorgesehen sein, das alle Membranelemente 5 miteinander oder zumindest gruppenweise verbindet. Wenn die einzelnen Membranelemente mit Gas gefüllt werden, verringert sich infolge der gegenseitigen Entfernung von erster und zweiter Membran die Länge der einzelnen Membranelemente der mit L

dargestellten Länge auf die Länge L', vgl. Fig.3. Die Membranelemente ziehen dadurch über die Verbindungselemente 9 an den Platten 3 des ersten flächigen Bauteils 1. Hierdurch nehmen die einzelnen Platten durch Abknicken in den Verbindungsgelenken 4 eine winklige Stellung zueinander ein, und es entsteht eine gekrümmte Struktur, die aus Figur 2 ersichtlich ist. Die Krümmung dieser Struktur kann unterschiedlich sein, je nachdem, welcher Gasdruck in den einzelnen Membranelementen 5 herrscht.

Die Membranelemente 5 suchen sich gewissermaßen selbst weiter zu verkürzen; dem sind aber durch die Platten 3 trotz des Gelenks 4 Grenzen gesetzt. Das erste und das zweite flächige Bauteil verspannen und stabilisieren sich auf diese Weise gegenseitig. Bei einem bestimmten Gasdruck in den Membranelementen und der dabei erzielten Krümmung kann der Vorgang schließlich abgebrochen werden.

Die entstandene Struktur ist räumlich außerordentlich stabil. Zur Vervollständigung können dennoch keilförmige Zwischenstücke 10 in die Spalte zwischen den einzelnen Platten 3 eingesetzt werden, wie das aus Figur 4 hervorgeht. Jedes Zwischenstück 10 stützt sich an den Seitenkanten 11 der benachbarten Platten 3 ab. Die erreichte Endstellung der Platten 3 gegeneinander wird somit durch die keilförmigen Zwischenstücke 10 gesichert. Daher kann zuletzt das Gas aus den Membranelementen 5 abgelassen werden; ferner kann durch Lösen der Verbindungselemente 9 das zweite flächige Bauteil 2 vom ersten flächigen Bauteil 1 abgenommen werden. Dennoch bleibt das errichtete Bauwerk stabil in seiner endgültigen Lage stehen. Das zweite flächige Bauteil kann danach an anderer Stelle nochmals verwendet werden.

Figur 3 veranschaulicht eine mögliche Variante im Dehnungsverhalten eines einzelnen Membranelementes 5, wenn dieses mit Gas gefüllt wird. Da in diesem Fall die zweite Membran 7 dicker ist als die erste Membran 6, wird sich beim Aufblasen die zweite Membran weniger stark ausdehnen als die

erste Membran 6. Die Folge ist eine unregelmäßige Verwölbung des Membranelementes 5, die von vornherein zu einer Krümmung im Sinne der Figur 1 führt und das Zusammenwirken des ersten und des zweiten flächigen Bauteils in dem aufgezeigten Sinne noch weiter verstärkt. Schließlich ist aus Figur 3 erkennbar, wie sich die endseitigen Verbindungsbereiche 8 des einzelnen Membranelementes 5 beim Aufblasen aneinander annähern, wodurch die schon erwähnte Zugwirkung auf die Platten 3 des ersten flächigen Bauteils 1 zustande kommt.

Figur 5 zeigt das Schema der Verbindungsstellen zwischen den Platten 3 des ersten flächigen Bauteils 1 und den Membranelementen 5 des zweiten flächigen Bauteils 2. Zur besseren Anschaulichkeit sind dabei die Verbindungsbereiche zwischen den einzelnen Membranelementen 5 fortgelassen.

Mit der Ziffer 3 sind wieder die Platten, und zwar in ausgezogenen Linien dargestellt, weil Figur 5 eine schematische Ansicht auf die fertige Struktur von oben darstellt. Unter den Platten 3 befinden sich die Membranelemente 5, die hier gestrichelt gezeichnet sind. Mit 4 sind die Verbindungsgelenke zwischen den einzelnen Platten schematisch angedeutet. Mit 13 ist die gemeinsame Schwenkachse der Verbindungsgelenke 4 bezeichnet. Die gestrichelt angedeuteten Membranelemente 5 haben Membrankanten 12.

Wie Figur 5 erkennen läßt, greifen die Verbindungselemente 9 in der Mitte einer jeden Platte 3 an und durchdringen den Verbindungsbereich 8 zwischen den Membrankanten 12. Bei dieser Art der Beaufschlagung wird sich durch Abknicken der Platten längs der Schwenkachsen 13 eine etwa zylindrische Wölbung der entstehenden Struktur einstellen.

Figur 5 läßt weiterhin erkennen, daß dabei die Verbindungselemente 9 jeweils etwa in der Längsmitte der benachbarten Membranelemente 5, bzw. deren Membrankanten 12 angeordnet sind.

Die Figur 6 zeigt ein anderes Anordnungsschema der Verbindungsstellen. Zwar ist die Anordnung in Bezug auf die Platten 3 dieselbe geblieben, jedoch greifen die Verbindungselemente 9 nicht mehr in der Längsmitte benachbarter Membranelemente an, sondern in deren Eckpunkten, also an der Kreuzungsstelle ihrer zugehörigen Verbindungsbereiche 8. Wenn die Verbindungsgelenke zwischen den Platten 3 richtig ausgebildet sind, insbesondere auch ein geeignetes Spiel aufweisen, kann hierbei eine etwa kugelförmige Wölbung der gesamten Struktur erreicht werden. Die Bezugsziffern sind in Figur 6 weitgehend weggelassen worden, damit das Anordnungsschema deutlicher wird.

Figur 7 zeigt das zweite flächige Bauteil 2 in einer abgewandelten Ausführung. An den zweiten Membranen 7 der Membranelemente 5 greifen Verstärkungsmembranen 14 an. Sie bewirken zusätzliche, nach innen gerichtete und das flächige Bauteil 2 zusätzlich krümmende Kräfte. Die Verstärkungsmembranen 14 greifen nach der Darstellung gemäß Figur 7 im Abstand voneinander an unterschiedlichen Verbindungsstellen 16 mit den zweiten Membranen 7 an. Es kann jedoch auch eine gemeinsame Angriffslinie gewählt werden. Entscheidend ist, dass die Verstärkungsmembranen 14 die Verbindungsbereiche 8 überbrücken , an denen die benachbarten Membranelemente 5 aneinanderstoßen oder miteinander verbunden sind. Auf diese Weise entsteht eine weitere Reihe von Membranelementen 15.

Mit 17 ist eine Gaszufuhrleitung und mit 18 eine Abzugs-Sammelleitung bezeichnet, wobei diese Leitungen zweckmäßig flexibel sind.

Bezugszeichenliste

1	erstes flächiges Bauteil
2	zweites flächiges Bauteil
3	Platte
4	Verbindungsgelenk
5	Membranelement
6	erste Membran
7	zweite Membran
8	Verbindungsbereich
9	Verbindungselement
10	keilförmiges Zwischenstück
11	Seitenkanten
12	Membrankante
13	Schwenkachse
14	Verstärkungsmembran
15	zusätzliches Membranelement
16	Verbindungsstelle
17	Gas-Zufuhrleitung
18	Abzugs-Sammelleitung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Errichten einer selbsttragenden gekrümmten Struktur, bei dem ein aus gelenkig miteinander verbundenen Platten (3) bestehendes erstes flächiges Bauteil (1) auf einem zweiten flächigen Bauteil (2) aufliegt, das aus einzelnen, miteinander verbundenen aufblasbaren Membranelementen (5) besteht und mit dem ersten flächigen Bauteil (1) zumindest punktweise verbunden ist, wobei durch Befüllen der einzelnen Membranelemente (5) mit einem Gas die Membranelemente sich ausdehnen und das zunächst ebene zweite flächige Bauteil (2) in eine räumlich gekrümmte Form überführen, die auch das darauf aufliegende erste flächige Bauteil (1) einnimmt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Verbindung zwischen den beiden flächigen Bauteilen (1, 2) in der geometrischen Mitte der Platten (3) des ersten flächigen Bauteils (1) und in den Verbindungsbereichen (8) zwischen den einzelnen Membranelementen (5) des zweiten flächigen Bauteils (2) vorgenommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden flächigen Bauteile (1, 2) an diesen Stellen miteinander verschraubt werden.

4. Verfahren nach einen der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das zweite flächige Bauteil (2) durch Befüllen der einzelnen Membranelemente (5) gezielt in eine bestimmte räumliche Form überführt wird, indem jedes Membranelement (5) aus einer ersten Membran (6) und einer zweiten Membran (7) besteht, deren Dehnungseigenschaften unterschiedlich sind.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die erzielte räumliche Struktur des ersten flächigen Bauteils (1) gesichert wird, indem keilförmige Zwischenstücke (10) zwischen die einander zugewandten Seitenkanten (11) benachbarter Platten (3) eingesetzt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die Verbindung zwischen den beiden flächigen Bauteilen (1, 2) gelöst und das zweite flächige Bauteil (1) nach Ablassen des Füllgases aus der gekrümmten räumlichen Struktur entfernt wird.

7. Selbsttragende gekrümmte Struktur, insbesondere Bauwerk,
mit einem aus gelenkig miteinander verbundenen Platten (3) bestehenden ersten flächigen Bauteil (1),
das auf einem zweiten flächigen Bauteil (2) aufliegt und mit diesem zumindest punktweise verbunden ist,
wobei das zweite flächige Bauteil (2) aus mit Gas gefüllten Membranelementen (5) aufgebaut ist, die an ihren Rändern miteinander verbunden sind und von denen jedes Membranelement (5) zumindest eine erste, dem ersten flächigen Bauteil zugewandte Membran (6) und eine zweite Membran (7) aufweist und die beiden Membranen (6, 7) zwischen sich den mit Gas gefüllten Hohlraum des Membranelementes (5) bilden.

8. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Membran (7) dicker ist als die erste Membran (6).

9. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Platten (3) des ersten flächigen Bauteils (1) und

die Membranelemente (5) des zweiten flächigen Bauteils (2) von quadratischer Form und gleicher Größe sind.

10. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung zwischen dem ersten und dem zweiten flächigen Bauteil (1, 2) durch Verbindungselemente (9) erfolgt, die in der Flächenmitte der Platten (3) des ersten Bauteils (1) angeordnet sind und an dem zweiten flächigen Bauteil in den Verbindungsbereichen (8) zwischen den einzelnen Membranelementen (5) angreifen.

11. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Angriffsstelle eines jeden Verbindungselementes (9) an dem zweiten flächigen Bauteil (2) zwischen zwei benachbarten Membranelementen (5) etwa auf halber Länge der angrenzenden Membrankanten (12) befindet.

12. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Angriffsstelle eines jeden Verbindungselementes (9) an dem zweiten flächigen Bauteil im Kreuzungspunkt zweier Verbindungsbereiche (8) zwischen den Membranelementen (5) befindet.

13. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass sich jeweils zwischen zwei benachbarten Platten des ersten flächigen Bauteils (1) ein Spalt befindet, dessen Breite der des Verbindungsbereichs (8) zwischen zwei Membranelementen (5) entspricht, und dass in dem Spalt mindestens ein Verbindungsgelenk (4) angeordnet ist.

14. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch die Anordnung mehrerer Verbindungsgelenke (4), deren

gemeinsame Schwenkachse (13) sich längs der zugehörigen beiderseitigen Plattenkanten (11) erstreckt.

15. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen benachbarten Platten ein einziges Verbindungsgelenk angeordnet ist, das als Kugelgelenk ausgebildet ist.

16. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach einem der Ansprüche 7 bis 15, gekennzeichnet durch keilförmige Zwischenstücke (10), die zwischen die einander zugewandten Seitenkanten (11) benachbarter Platten (3) des ersten flächigen Bauteils (1) eingesetzt sind.

17. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass in den Platten (3) des ersten flächigen Bauteils (1) Kanäle zum Hindurchleiten eines heizenden oder kühlenden Strömungsmediums angeordnet sind.

18. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch flexible Verbindungsleitungen, die zwischen den Strömungskanälen zumindest einer Gruppe von Platten angeordnet sind.

19. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach einem der Ansprüche 7 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Platten (3) des ersten flächigen Bauteils (1) und die erste und zweite Membran (6, 7) der Membranelemente (5) des zweiten flächigen Bauteils (2) transparent ausgebildet sind.

20. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranelemente (5) des zweiten flächigen Bauteils (2) mittels eines Leitungssystems fluidisch untereinander so gekoppelt sind, dass Licht, insbesondere Sonnenlicht , absorbierendes

oder reflektierendes Gas in die Membranelemente (5) hinein oder mittels transparentem Gas aus diesen Elementen heraus leitbar ist, so dass die selbsttragende gekrümmte Struktur von einer transparenten, lichtdurchlässigen in einen Schatten liefernde, Licht im Wesentlichen am Durchtritt hindernde Eigenschaft oder umgekehrt wechselt.

21. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Leitungssystem ansteuerbare Ventile aufweist, die derart ansteuerbar sind, dass ausgewählte Membranelemente (5) mit opakem Gas befüllbar oder mit transparentem Gas wiederbefüllbar und in Abhängigkeit von einer Grundanordnung der Membranelemente (5) gewünschte Muster oder Schriftzüge bzw. Buchstaben erzeugbar sind.

22. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach den Ansprüchen 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der ersten und der zweiten Membran der Membranelemente ein flexibler Träger mit einer Fotochromie-Beschichtung angeordnet ist, mittels welcher bei Lichteinstrahlung eine Schattenwirkung erfolgt, welche reversibel bei nachlassender Lichteinstrahlung sich wieder aufhebt.

23. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach den Ansprüchen 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der ersten und der zweiten Membran der Membranelemente eine zusätzliche Membran mit einer reflektiven Schicht angeordnet ist, mittels welcher in Form von Strahlung einfallende Wärmeenergie zumindest teilweise wieder aus der räumlich gekrümmten Struktur heraus reflektiert wird, während Licht im Wesentlichen passieren kann.

24. Selbsttragende gekrümmte Struktur nach einem der Ansprüche 7 bis 23, gekennzeichnet durch die Anordnung mindestens einer Verstärkungsmembran (14), die an den Außenseiten zweier benachbarter zweiter Membranen (7) angreifend deren gemeinsamen Rand (8) überdeckt und dadurch ein zusätzliches Membranelement (15) ausbildet.

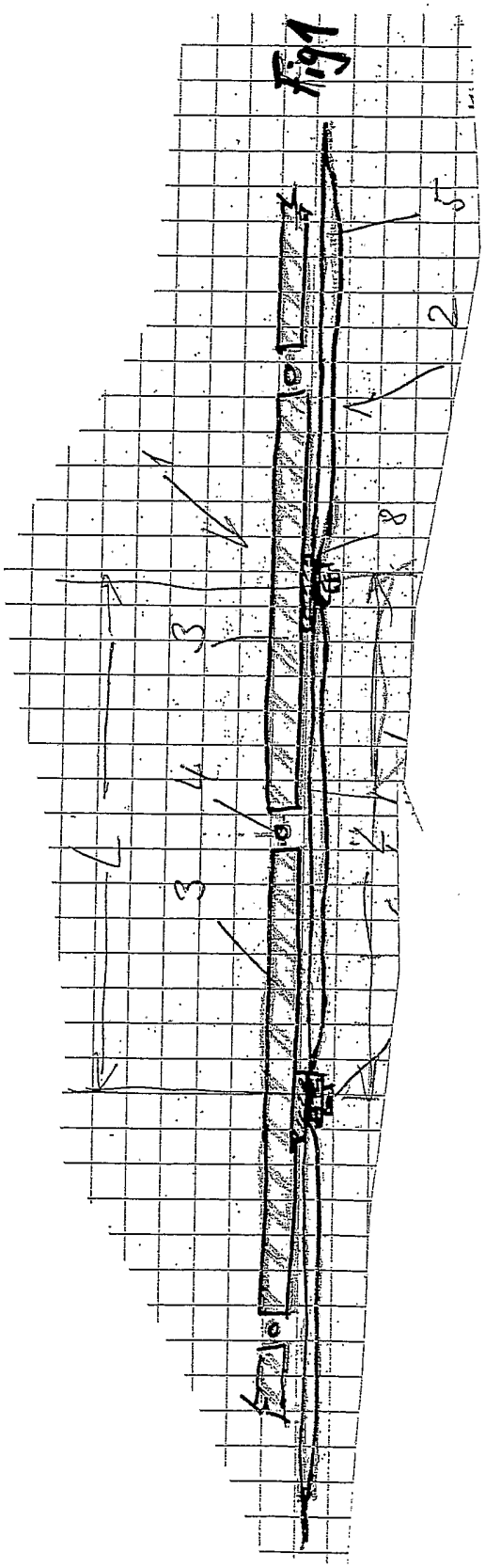
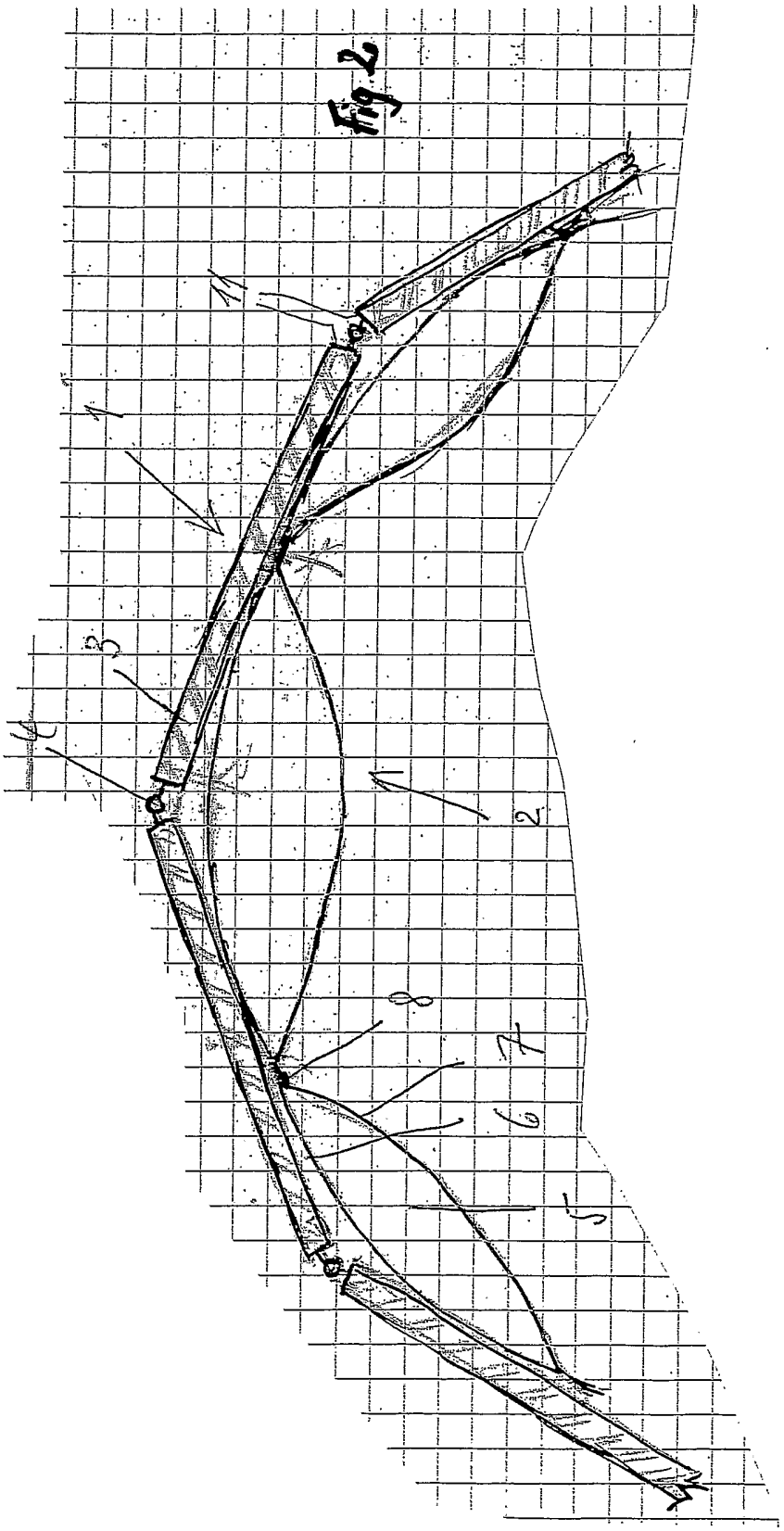

Fig1
1
2
3
4
5
6
7
8

Fig. 2



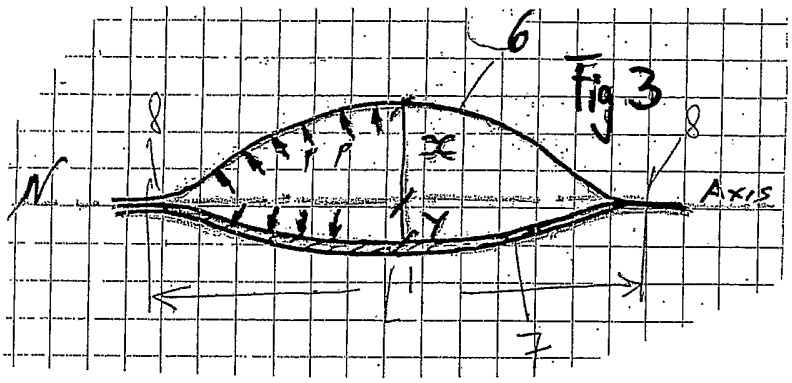


Fig 3

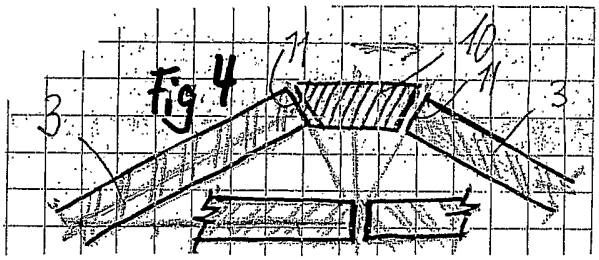


Fig 4

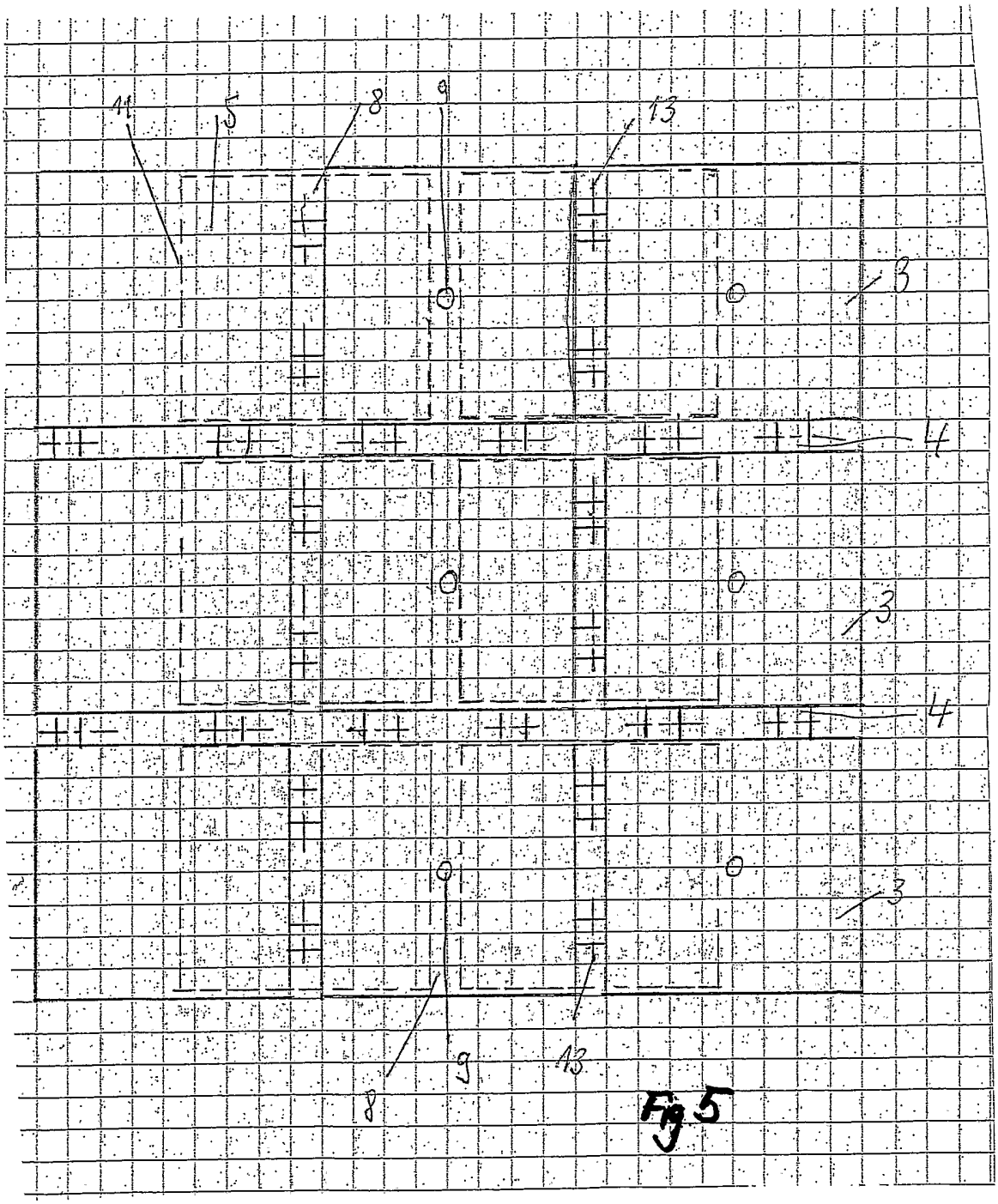


Fig 5

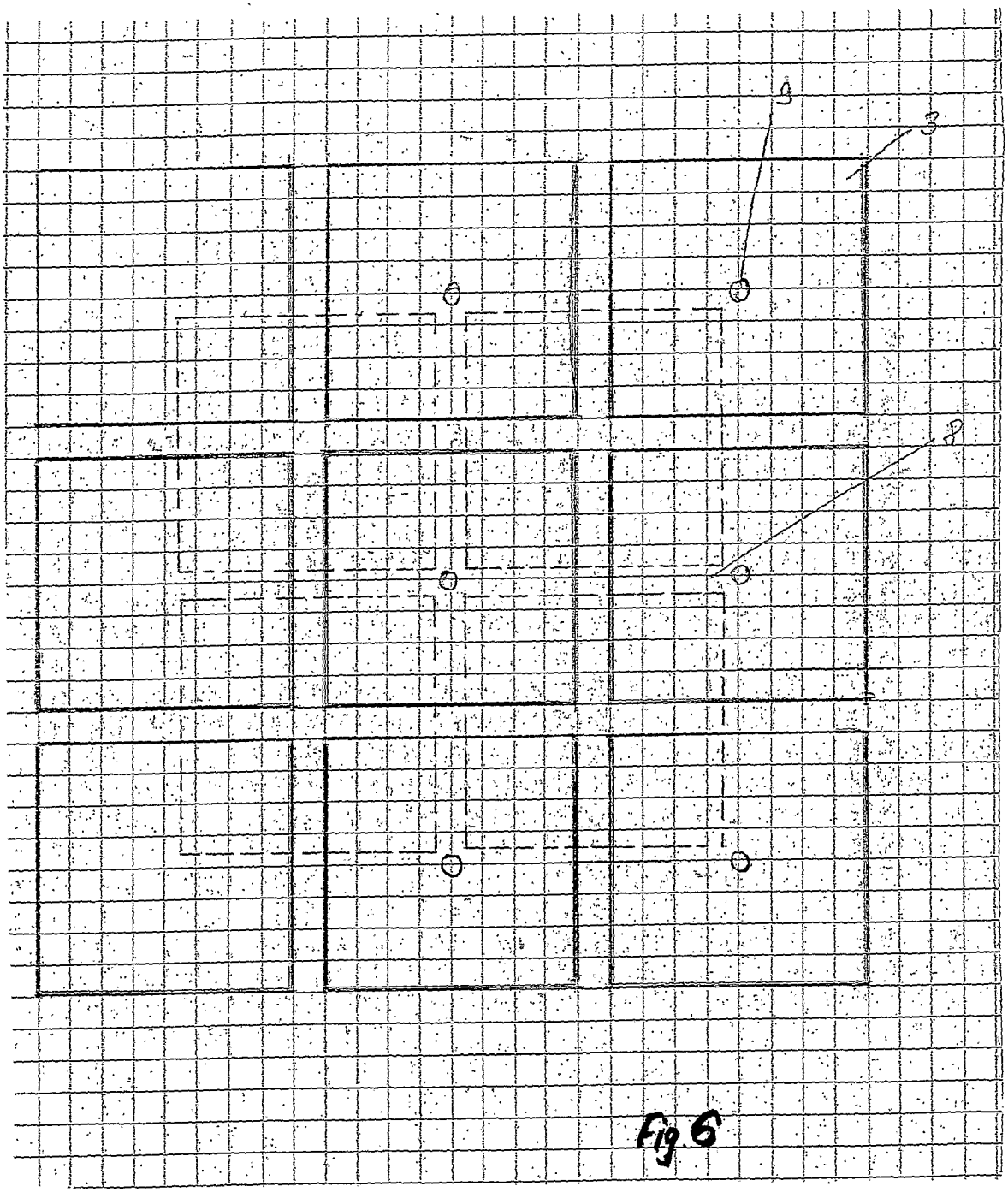
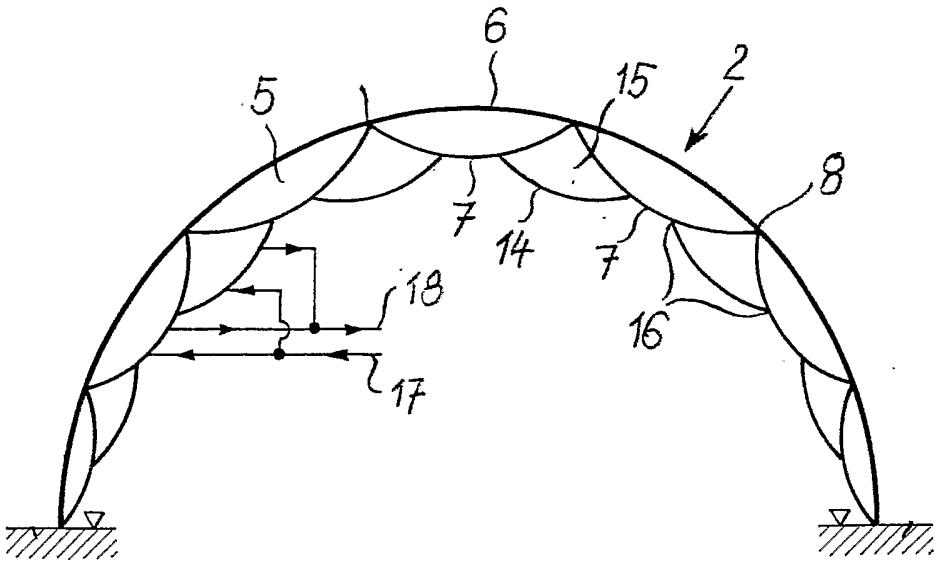


Fig 6

FIG. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/08653

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 E04H15/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 E04H E04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 961 328 A (KIDDE WALTER CO LTD) 17 June 1964 (1964-06-17) the whole document	1,7
A	GB 1 046 632 A (ML AVIATION CO LTD) 26 October 1966 (1966-10-26) the whole document	1,7

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
28 October 2003	04/11/2003

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Vrugt, S

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP 03/08653

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 961328 A	17-06-1964	NONE	
GB 1046632 A	26-10-1966	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/08653

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 E04H15/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 E04H E04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 961 328 A (KIDDE WALTER CO LTD) 17. Juni 1964 (1964-06-17) das ganze Dokument	1,7
A	GB 1 046 632 A (ML AVIATION CO LTD) 26. Oktober 1966 (1966-10-26) das ganze Dokument	1,7

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. Oktober 2003	04/11/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Vrugt, S

INTERNATIONALE[redacted]ECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Interna[redacted]les Aktenzeichen
PCT/EP 03/08653

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 961328	A	17-06-1964	KEINE	
GB 1046632	A	26-10-1966	KEINE	