

(19)



(11)

EP 3 964 659 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.03.2022 Patentblatt 2022/10

(21) Anmeldenummer: **21189890.3**

(22) Anmeldetag: **05.08.2021**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E04B 1/34 (2006.01) **E04B 1/19** (2006.01)
E04B 1/348 (2006.01) **E04H 1/00** (2006.01)
E01D 6/00 (2006.01) **E04H 1/04** (2006.01)
E04B 1/00 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E04B 1/1903; E01D 6/00; E04B 1/3404;
E04H 1/005; E04H 1/04; E04B 1/3483;
E04B 2001/0084; E04B 2001/0092;
E04B 2001/1978; E04B 2001/1987;
E04B 2001/34884; E04B 2001/34892

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **07.09.2020 DE 202020105137 U**

(71) Anmelder: **Mallmann, Horst**
81477 München (DE)

(72) Erfinder: **Mallmann, Horst**
81477 München (DE)

(74) Vertreter: **Kurig, Thomas**
Becker Kurig & Partner
Patentanwälte mbB
Bavariastraße 7
80336 München (DE)

(54) **MOLDULARES RAUMGITTER-BAUWERK AUS VIELECKIGEN FLÄCHENMODULEN**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein modulares Raumgitter-Bauwerk, umfassend ein Gitterwerk aus Streben und Knotenpunkten und/oder Flächenmodulen, wobei die Streben des Gitterwerks mit den Knotenpunk-

ten verbunden oder verbindbar sind, wobei die Flächenmodule randseitig miteinander oder mit den Streben verbunden oder verbindbar sind.

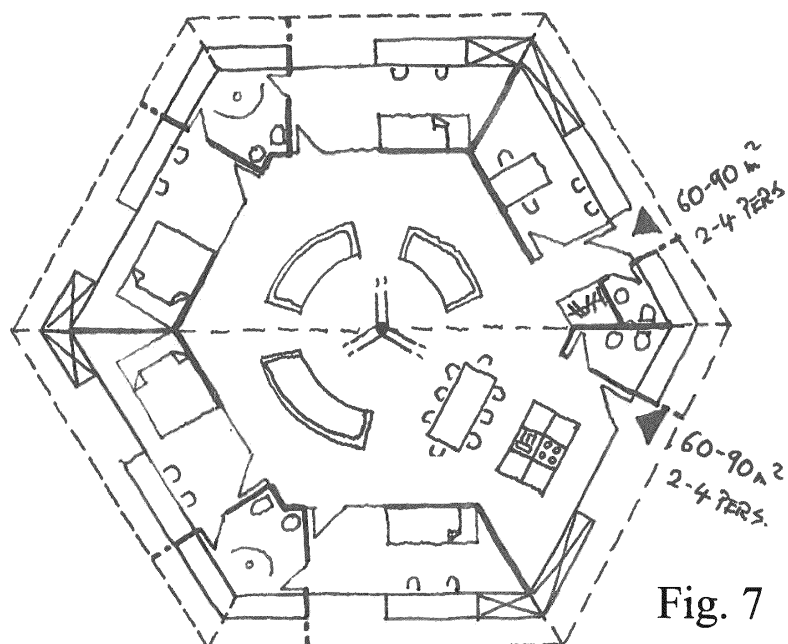


Fig. 7

EP 3 964 659 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein modulares bevorzugt baumartiges Raumgitter-Bauwerk, das Knotenpunkte, Streben und/oder Flächenmodule umfasst.

[0002] Es sind bereits verschiedene Häuser und Bauwerke bekannt, deren Funktionen und Konstruktionen sich aufgrund einer unübersehbaren Vielfalt nicht abschließend beschreiben lassen.

[0003] Von der Firma MERO® ist bereits ein Stahlrohr-Baukastensystem bekannt, das für Raumfachwerke auch in der Architektur genutzt wurde. Das MERO® System basiert auf Streben mit einem axial verlaufenden Gewinde und kugelförmigen Verbindungsknoten mit entsprechenden Gewindebohrungen, die um 90° und 45° und damit auch 60° zueinander versetzt sind. Diese Strukturen wurden bisher als tragende Elemente insbesondere für Decken- und Bodenkonstruktionen und für Messestände verwendet.

[0004] Ebenfalls sind beispielsweise Kapselhotels bekannt, die in Modulbauweise aufgebaut sind. Bei dieser Bauweise sind viele kleine gleichförmige Aufenthalts- und Schlafkapseln in eine beliebige Architektur integriert, was eine außergewöhnliche Raumausnutzung gestattet.

[0005] Mit dem "Kubushaus" oder auch der "Kubuswohnung" des Architekten Piet Blom und dem Habitat 67 des Architekten Moshe Safdie sind bereits modulare Wohngebäude bekannt. Mit der "Stadtautobahnüberbauung Schlangenbader Straße" in Berlin ist ebenfalls bekannt geworden, Gebäude zu errichten, die sich über Straßen hinweg erstrecken.

[0006] Die vorliegende Erfindung hat zur Aufgabe, ein modulares Bauwerk zu schaffen, das sich durch größtmögliche Nutzerflächen und vielfältige modulare Gestaltungsmöglichkeiten auszeichnet.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch ein modulares Raumgitter-Bauwerk, das ein Gitterwerk aus Streben und Knotenpunkte und/oder Flächenmodule umfasst, wobei die Streben des Gitterwerks mit den Knotenpunkten verbunden sind, und wobei Flächenmodule randseitig miteinander oder mit den Streben verbunden sind. Bevorzugte Ausführungen von Flächenmodulen und Raumgitter-Bauwerken sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0008] Die Flächenmodule können vieleckig, bevorzugt dreieckig und direkt miteinander verbunden sein. Die vieleckigen Flächenmodule können auch über die Streben des Gitterwerks miteinander verbunden sein, wobei jedes Flächenmodul mit dem Gitterwerk verbunden bzw. verbindbar ist. In einer weiteren Ausführung sind die Flächenmodule sowohl mit dem Raumfachwerk als auch direkt untereinander verbunden. In einer bevorzugten Ausführung sind die Flächenmodule über die Knotenpunkte mit den Streben verbunden. Bevorzugt liegen die Flächenmodule statisch lastabtragend auf den Streben.

[0009] Bei einer beispielhaften Ausführungsform des modularen Raumgitter-Bauwerks lassen die Knoten-

punkte Verbindungen der Streben in einem Winkel von 60°, 120° und 180° zueinander zu. Bei einer weiteren bevorzugten Ausführung umfassen die Knotenpunkte Verbindungsebenen, wobei jede Verbindungsebene genau 6 Verbindungs-Schnittstellen aufweist, die in einem Winkel von 60°, 120° oder 180° zueinander angeordnet sind. In dieser Ausführung umfasst ein Knotenpunkt 12 Verbindungs-Schnittstellen, wobei jeweils zwei benachbarte Verbindungs-Schnittstellen in einem Winkel von 60° zueinander angeordnet sind.

[0010] Bei einer anderen Ausführungsform des modularen Raumgitter-Bauwerks umfasst das Gitterwerk ein fcc-Gitter. Das fcc Gitter wird hier als nur eine Art von Knoten verwendet, und das fcc Gitter kann daher auch als kubisch dichteste Kugelpackung oder ccp Gitter angesehen werden. Das kubisch-Flächenzentrierte Gitter ist hier durch die Knotenpunkte definiert, und gestattet eine der zwei dichtesten Kugelpackungen. Dabei kann man das Gitter als eine Kugelpackung von Kugeln betrachten, deren Durchmesser einer Länge der Streben entspricht, zB 30 cm.

[0011] Bei einer weiteren Ausführungsform des modularen Raumgitter-Bauwerks umfasst das Gitterwerk ein Gitter einer hexagonal dichtesten Kugelpackung, wobei man das Gitter als hexagonal dichteste Kugelpackung mit Kugeln betrachtet, deren Durchmesser einer Länge der Streben entspricht. Das Gitterwerk des modularen Bauwerks kann dabei in einer weiteren zusätzlichen Ausführung auch Kombinationen von fcc-Gitter und hexagonal dichtester Kugelpackung umfassen. Durch eine Kombination von fcc-Gitter und hexagonal dichtester Kugelpackung wird eine erhebliche Freiheit der Auslegung des Gebäudes erreicht. Diese Kombination ermöglicht ebenfalls Bauhindernisse wie vorhandene Bäume, Bewuchs oder Geländebeschaffenheiten oder Felsen beim Bau des modularen Raumgitter-Bauwerk zu berücksichtigen und zu umgehen. Eine besondere Ausführung betrifft dabei ein Gebäude bei dem beide Gitter gleichzeitig verwendet werden.

[0012] Bei einer anderen Ausführungsform des modularen Raumgitter-Bauwerk umfasst dieses mindestens ein Flächenmodul, das als Wand, Boden, Decke, Dach, Weg oder Pflanzelement ausgelegt ist. Dabei werden bevorzugt gleichschenklige dreieckige Flächenmodule als Wand, Boden, Decke, Dach, Weg oder Pflanzelement ausgelegt. So können einerseits Häuser, mit Böden und Decken und Dächer aber auch Wege bzw. überdachte Wege und Pflanzelemente mit Rasen, Spielplätzen, Beeten, Strauch- oder Baumbewuchs kombiniert werden.

[0013] Bei einer weiteren Ausführungsform des modularen Raumgitter-Bauwerks umfasst dieses Tetraeder bzw. Tetraeder-Elemente, die zusätzlich zu den Streben und Flächenelementen Volumenelemente darstellen. Diese Tetraeder-Volumenelemente können Funktionseinheiten wie Energie-, Wasser-, Abwasser-, -Speicher-, -Versorgungs- und/oder -Aufbereitungs-Module oder -Einheiten umfassen.

[0014] Bei einer zusätzlichen Ausführungsform des

modularen Raumgitter-Bauwerks umfasst dieses nur Flächenmodule, welche die Form eines regelmäßigen Sechsecks aufweisen. Bevorzugt können die Flächenmodule auch die Form eines Trapezes, das einem halbierten regelmäßigen Sechseck entspricht aufweisen. Hier können vor allem Böden und Decken durch eine hexagonale Struktur zu größeren Boden oder Deckenelemente wabenförmig zusammengefügt werden, wobei gerade verlaufende Fugestellen vermieden werden.

[0015] Bei einer anderen Ausführungsform des modularen Raumgitter-Bauwerks umfasst das Bauwerk Flächenmodule, die eine Rechteckform, eine Quadratform, eine Dreiecksform, die Form eines rechtwinkligen Dreiecks oder die Form eines gleichseitigen Dreiecks aufweisen.

[0016] Bei einer weiteren Ausführungsform des modularen Raumgitter-Bauwerks umfasst Wohn- oder Arbeitsräume. Das Bauwerk kann sofern es Wohnräume umfasst einfach an einen Bedarf angepasst werden. Durch die Modularität ist es möglich einfach einen Anbau anzufügen, ohne dass ein Gesamterscheinungsbild durch eine Verwendung von anderen Baumaterialien zerstört wird. Ebenso gestattet es der Modulare Aufbau das Gebäude sowohl bei der Auslegung als auch später an einen Bedarf anzupassen, so ist es beispielsweise möglich eine Deckenhöhe einer Lagerhalle anzuheben oder abzusenken, in dem entsprechende Streben und Flächenelemente hinzugefügt oder abgebaut werden. Es ist ebenfalls möglich komplette Grundrisse und Wege, Grünflächen und Bepflanzungen an Wünsche der Bewohner anzupassen.

[0017] Bei einer weiteren Ausführung des modularen Raumgitter-Bauwerks bildet diese eine Brücke oder einen Überbau über eine sonst nicht als Wohn / Arbeitsraum nutzbare Infrastruktur, wie eine versiegelte Straße, Wege, Gewässer oder Versorgungs- oder Entsorgungs- oder eine Speicher- Infrastruktur.

[0018] Bei einer anderen Ausführungsform des modularen Raumgitter-Bauwerks umfasst diese weiter mindestens einen Fuß zum Abstützen des Bauwerks, der bevorzugt als Dreibein oder Tetraeder ausgeführt ist.

[0019] Bei einer zusätzlichen Ausführungsform des modularen Raumgitter-Bauwerks sind die Streben, Knotenpunkte, Flächenmodule lösbar miteinander verbunden. Dies ermöglicht eine weitere Anpassung des Bauwerks an neue Anforderungen. Es ist z.B. möglich einen Überbau über eine Straße durch die Modulbauweise zu verbreitern, um einen Ausbau der Straße zu ermöglichen; es ist ebenso möglich das Gebäude nachträglich anzuheben sollte beispielsweise eine größere Durchfahrtshöhe erforderlich sein. Das Bauwerk ermöglicht nicht nur eine relativ freie Entfaltung bei der anfänglichen Auslegung, es kann sogar später noch teilweise ab und erweitert wieder aufgebaut werden. Neue Fundamente können dazukommen oder andere Teile des Gebäudes abgebaut werden. Es ist möglich, falls das Gebäude einmal versetzt werden muss einfach ein Teil abzubauen und an einer anderen Stelle wieder zu ergänzen. Die

Elemente sind schraubbar, so dass die Struktur mobil ist.

[0020] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein modulares Raumgitter-Bauwerk bereitgestellt, das aus vieleckigen, bevorzugt dreieckigen Flächenmodulen zusammengesetzt ist und in einer grundlegenden Ausführung die Gestalt eines der Platonischen Körper wie Tetraeder, Würfel, Oktaeder, Dodekaeder oder Ikosaeder umfasst. Ein Gebäude mit der Gestalt eines platonischen Körpers hat den Vorteil, dass alle Flächenmodule die gleiche Gestalt haben und die Möglichkeiten für Fehlmontagen deutlich verringert sind. In einer weiteren Ausführung umfasst das modulare Raumgitter-Bauwerk mindestens einen abgestumpften Platonischen Körper. Durch die Abstumpfung kann dem Bauwerk eine rundere und somit energetisch günstigere Form verliehen werden. Es ist für ein Bauwerk in der Form eines abgestumpften Platonischen Körpers ausreichend, zwei oder verschiedene Flächenmodule zu kombinieren. Der Kuboktaeder zählt zu den abgestumpften Platonischen Körpern.

[0021] Bevorzugt umfasst das Gebäude keine Würfelstrukturen. Bevorzugt umfasst das Gebäude keine Dreiecksprismen. Weiter bevorzugt umfasst das Gebäude keine verlängerten Pyramiden, und keine verlängerten Prismen. Bevorzugt umfasst das Gebäude keine quaderförmigen Strukturen. Durch diese Ausschlüsse wird verhindert, dass herkömmliche Fertiggebäude wie beispielsweise Gartenschuppen unter den Wortlaut der Ansprüche fallen.

[0022] In einer weiteren beispielhaften Ausführungsform umfasst das Bauwerk mindestens einen Tetraeder, der als Fuß zum Abstützen des Bauwerks dient. Durch entsprechende Abstützungen können mehrere Kuboktaeder, die auf einer Dreiecksfläche ruhen, an Quadratflächen miteinander verbunden werden, wobei ein sich ergebender Höhenunterschied durch einen oder mehrere Stützfüße ausgeglichen werden kann.

[0023] In einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst das modulare Raumgitter-Bauwerk mehrere Kuboktaeder oder auch Disheptaeder, die ein Bereich-überspannendes bogenförmiges, lineares, Y- oder X- förmiges Bauwerk bilden, wobei Kuboktaeder oder Disheptaeder an Quadrat- oder Dreiecksflächen miteinander verbunden sind. Kuboktaeder oder Disheptaeder können zueinander in der Höhe versetzt an den Quadratflächen miteinander gekoppelt werden. Dadurch kann ein bogenförmiges Bauwerk geschaffen werden, mit dem größere Spannweiten zwischen 10 und 40m überspannt werden können. Somit kann ein derartiges Gebäude dazu verwendet werden, über ungenutzten Gewässerarmen oder oberhalb von Straßen oder Parkplätzen erreicht zu werden, wobei dem Lärmschutz entsprechend Rechnung getragen werden muss. Ein Raum-überspannendes Gebäude kann zudem als Carport für mehrere Parkplätze unter dem Gebäude dienen. Die Konstruktion ist dabei relativ leicht, und erfordert nicht die Errichtung beispielsweise von Tiefgargagen. Es ist ebenfalls möglich, beispielsweise

einen Schienenstrang durch ein entsprechendes Gebäude zu überbauen und als Bau- oder Wohnfläche zu nutzen, wobei auch hier dem Lärmschutz und dem Körperschallschutz sowie der Isolation einer eventuell vorhandenen Oberleitung Rechnung getragen werden muss.

[0024] Es ist vorgesehen, bei Bauwerken, die als Kuboktaeder oder Johnson-Körper J27 ausgeführt sind, in der Mitte der Kanten der einzelnen Flächenmodule ebene Böden bzw. Decken anzubringen. Diese Zwischendecken oder Zwischenböden verstärken die Struktur des Bauwerks und können die Nutzfläche der Bauwerke deutlich vergrößern, wodurch die Struktur des Kuboktaeders bzw. der jeweiligen Johnson-Körper stabilisiert wird. Dies ist besonders für Kombinationen aus mehreren Kuboktaedern interessant, bei denen eine weitere Verstärkung der Struktur wünschenswert ist.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein modulares Raumgitter-Bauwerk so ausgeführt, dass mindestens ein Kuboktaeder oder auch Disheptaeder so aufgestellt ist, dass eine seiner Dreiecksflächen jeweils eine Grundfläche bildet. Der Kuboktaeder oder der Disheptaeder weist bevorzugt vier Geschosse und ein Dach auf. Es können zwei oder mehr Kuboktaeder an quadratischen Flächen miteinander verbunden sein. Zudem können an den quadratischen Flächen der Kuboktaeder mindestens eine Dachgaube und/oder eine vorgehängte Fassade angebracht sein.

[0026] In dieser Ausführungsform ist das Erdgeschoss dreieckig (bis Y-förmig), das erste Obergeschoss sechseckig (bis Y-förmig), wobei das zweite Obergeschoss des Kuboktaeders durch ein Hexagon gebildet und das dritte Obergeschoss wie das erste sechseckig (bis Y-förmig) und das Dach ebenso wie das Erdgeschoss dreieckig (bis Y-förmig) ist. Die Formen variieren jeweils, je nachdem wie viele Terrassenelemente, Gauben oder Fassadenteile an dem Kuboktaeder angebracht sind. Durch die Gauben und die Fassadenelemente können senkrechte oder nach außen geneigte Fensterflächen und Wandabschnitte bereitgestellt werden, die eine Nutzung des Gebäudes als Wohn- und Bürogebäude besser ermöglichen. Es können auch Bauwerke mit drei sich im rechten Winkel kreuzenden Balken aus je 3 bis 5 Kuboktaedern zusammengesetzt werden, wobei jeweils ein Kuboktaeder in dem Zentrum des Gebäudes angeordnet ist. Durch Zusammenfügen mehrerer einzelner Körper können größere Komplexe zusammengesetzt werden. Bei größeren Komplexen können auch Innenwände in das Raumfachwerk integriert werden. Es ist jedoch ebenfalls vorgesehen, gerade und rechtwinklige Innenwände vorzusehen, die nicht dem Verlauf der Streben des Raumfachwerks folgen.

[0027] In den Figuren werden verschiedene Ansichten von erfindungsgemäßen Ausführungsformen dargestellt.

Figuren 1 bis 6 zeigen einen Aufbau eines erfindungsgemäßen Bauwerks in mehreren Schritten.

Figuren 7 und 8 zeigen eine Grundrissansicht und eine Schnittansicht eines Gebäudes

Figuren 9 bis 14 zeigen jeweils Raumgitter mit ein, zwei bzw. vier Ebenen

Figur 15 zeigt ein Raumgitter mit 6 Ebenen, das auf der linken Seite als hexagonal dichteste Kugelpackung und auf der rechten Seite als fcc-Gitter ausgeführt ist.

[0028] Im Folgenden werden die schematischen Figuren anhand von beispielhaften Ausführungsformen im Detail erläutert.

[0029] Figur 1 zeigt den Aufbau eines Grundelements aus Knoten und Streben mit einer 6-eckigen Struktur, wobei drei Sechsecke durch neun Streben verbunden sind und eine Art Triskele bilden. Die unterste Ebene steht dabei auf drei Säulen, die von einem Mittenknoten jedes der drei gleichmäßigen Sechsecke senkrecht nach unten verläuft.

[0030] In Figur 2 sind über den Verbindungsstreben, die die drei gleichmäßigen Sechsecke verbinden ein Gehweg- bzw. Bodenelemente angeordnet, über die die unterste Ebene betreten werden kann.

[0031] In Figur 3 wurde auf dem rechten Sechseck mit einem Tetraedergitter eine zweite Ebene aufgebaut, wobei die sich ergebende Ebene eine doppelt so große Fläche aufweist wie das grundlegende gleichmäßige Sechseck.

[0032] In Figur 4 wurde auf den anderen Sechsecken ebenfalls mit dem Tetraedergitter eine zweite Ebene aufgebaut, wodurch die zweite Ebene abgeschlossen wurde. Die zweite Ebene bildet wieder eine Art Triskele. In Figur 4 wurde auf dem rechten hinteren Sechseck mit einem Tetraedergitter eine dritte Ebene aufgebaut, wobei die sich ergebende Ebene eine doppelt so große Fläche aufweist wie das grundlegende gleichmäßige Sechseck der zweiten Ebene. Das Gitter bildet hier ein fcc- bzw. ein ccp-Gitter das auch als kubisch-flächenzentriertes Gitter bezeichnet wird.

[0033] In Figur 5 sind über den Verbindungsstreben, welche die drei jeweils am äußersten Rand angeordneten gleichmäßigen Sechsecke verbinden, ein Gehweg- bzw. Bodenelemente angeordnet, über die die zweite Ebene betreten werden kann. Im Bereich der Sechsecke können mit Flächenelementen geschlossene Räume errichtet werden.

[0034] In Figur 6 ist ein fertiges Gebäude mit Bepflanzung dargestellt, das sich über 4 Ebenen erstreckt, und das ein fcc- bzw. ein ccp-Gitter aufweist.

[0035] Figur 7 stellt eine Aufsicht auf einen Grundriss mit einer sechseckigen Grundfläche dar. Die Bodenfläche und bevorzugt eine Deckenfläche wird dabei bevorzugt aus einem einzelnen sechseckigen und selbsttragenden Bodenelement gebildet, um in Schrägrichtung verlaufende Streben in dem Innenraum zu vermeiden.

[0036] Figur 8 stellt eine Seitenansicht auf ein erfin-

dungsgemäßes Gebäude dar, wobei die in Schrägrichtung verlaufenden Streben besonders gut zu erkennen sind. Bei einer bevorzugten Strebenlänge von 7 Metern können auf jeder Ebene auch Bäume gepflanzt werden. Es ist ebenfalls möglich größere Bäume in das Gebäude zu integrieren, die sich über mehrere Ebenen erstrecken können.

[0037] Das Flächenmodul, das den Boden bildet, kann ebenfalls entlang der waagerechten gestrichelten Linie teilbar ausgeführt sein. Bei einem Streben Modul mit einer Kantenlänge zwischen 6,5 m und 7,5 m lassen sich so praktikable Deckenhöhen im Bereich von etwa 2,50 m verwirklichen. Ein teilbares Modul kann vorgefertigt und geteilt leicht per LKW zu einer Baustelle transportiert werden. Ein teilbares Modul lässt sich auch leichter auf einer Baustelle handhaben und auch leichter in einem bereits teilweise errichteten Gerüst bewegt werden.

[0038] Figur 9 zeigt einen Tetraeder, der aus 6 Streben und 4 Knoten zusammengesetzt ist. Der Tetraeder der Figur 9 weist mit einer Kante des Dreiecks, das die Grundfläche bildet zum Betrachter. Die durch die vordere Fläche verdeckten Streben sind durch gestrichelte Linien gekennzeichnet.

[0039] Figur 10 zeigt jeweils 4 zusammengefügte Tetraeder. In der untersten Ebene sind 3 Tetraeder zusammengefügt. In der untersten Ebene ist jeder der Tetraeder mit einer jeweiligen Ecke mit einem der anderen Tetraeder verbunden. Die drei Punkte oder Knoten, mit denen die Tetraeder der untersten Ebene verbunden sind, bilden ein Dreieck. Alle Tetraeder sind gleich ausgerichtet. Die Grundfläche der verbundenen Tetraeder stellt wiederum ein Dreieck jedoch mit einer doppelt so großen Kantenlänge dar. Der einzelne Tetraeder der zweiten Ebene ist mit jeder der Ecken seiner Grundfläche jeweils mit einer Spitze der drei Tetraeder der ersten Ebene verbunden. Dies stellt eine Elementarzelle eines FCC- bzw. CCP-Gitters dar. Das Kennzeichen dieses Gitters besteht darin, dass sich die einzelnen Tetraeder wiederum zu größeren Tetraeder zusammenfügen.

[0040] Figur 11 zeigt das Gitter von Figur 9 in einer Ausführung mit 4 Ebenen.

[0041] Figur 12 zeigt den Tetraeder von Figur 10 aus einem anderen Blickwinkel. Der Tetraeder der Figur 12 weist mit einer Spitze des Dreiecks, das die Grundfläche bildet zum Betrachter. In dieser Ansicht ist nur die hintere Kante der Grundfläche verdeckt und daher durch eine gestrichelte Linie dargestellt.

[0042] Figur 13 zeigt jeweils 4 zusammengefügte Tetraeder. In der untersten Ebene sind 3 Tetraeder aus der Figur 9 zusammengefügt. Hier ist jeder Tetraeder der untersten Ebene nur mit einer Ecke mit beiden anderen Tetraedern verbunden. Die äußeren freien Ecken der Grundflächen der Tetraeder bilden ein gleichmäßiges Sechseck. Der einzelne Tetraeder der zweiten Ebene entspricht der Darstellung von Figur 12, und ist mit jeder der Ecken seiner Grundfläche jeweils mit einer Spitze der drei Tetraeder der ersten Ebene verbunden. Die Tetraeder der ersten Ebene sind alle gleich ausgerichtet,

der Tetraeder der zweiten Ebene hingegen entgegengesetzt. Bei der untersten Ebene liegen die langen Seiten quer zum Betrachter und bei der zweiten Ebene liegt eine Ecke des Tetraeders zum Betrachter. Im Gegensatz dazu zeigen bei der Figur 9 alle Ecken in Richtung des Betrachters.

[0043] Bei der Figur 11 ist klar zu erkennen, dass die obere Spitze des Tetraeders der zweiten Ebene genau über dem Punkt liegt, an dem die drei Tetraeder der ersten Ebene miteinander verbunden sind. Dies stellt eine Elementarzelle eines Gitters einer Hexagonal dichtesten Kugelpackung dar.

[0044] Figur 14 zeigt das Gitter von Figur 13 in einer Ausführung mit 4 Ebenen an Tetraedern und 5 Ebenen von Knotenpunkten. An der rechten Kante des Gitters ist zu erkennen, dass die Linien nicht fluchten.

[0045] Figur 13 zeigt einen Ausschnitt eines Raumgitters mit 6 Ebenen von Tetraedern bzw. 7 Ebenen von Knotenpunkten. Das Raumgitter ist auf der linken Seite als Hexagonal dichteste Kugelpackung und auf der linken Seite als fcc-Gitter ausgeführt. Die Knotenpunkte bilden Ebenen wobei bei einer hexagonal dichtesten Kugelpackung die Knotenpunkte jeder zweiten Ebene von Knotenpunkten direkt übereinander liegen. Bei einem fcc-Gitter hingegen ist die Dritte Ebene von Knotenpunkten gegenüber der ersten Ebene verschoben, und erst die Knotenpunkte der vierten Ebene liegen direkt über denen der ersten Ebene.

[0046] Bei einer Kombination beider Gitter liegen die Knoten an dem Gitter mit der hexagonal dichtesten Kugelpackung in den Ebenen 1, 3, 5, und 7 direkt übereinander. Bei dem fcc-Gitter liegen die Knoten der (Knoten-) Ebenen 1, 4 und 7 direkt übereinander. Wenn man also bei einem Gebäude beide Gitter kombiniert benötigt man entweder 7 Knotenebenen bzw. 6 Tetraederebenen, um beide Gitter in diesen Ebenen nahtlos kombinieren zu können. Diese Konstruktion eignet sich insbesondere für überbauten und Gebäude mit großen luftigen Zwischenräumen. Es ist bei höheren Gebäuden ebenfalls möglich bei 14 Knotenebenen mit mindestens drei mehrere Türmen einen komplett in einem fcc-Gitter, einen komplett in einem hexagonal dichtesten Kugelgitter und einer in einem Mischgitter auszuführen. In diesem Fall ist es möglich die Türme an der obersten Kugelebene wieder mit einer gleichmäßigen Tetraeder oder Kugelebene zu verbinden.

Patentansprüche

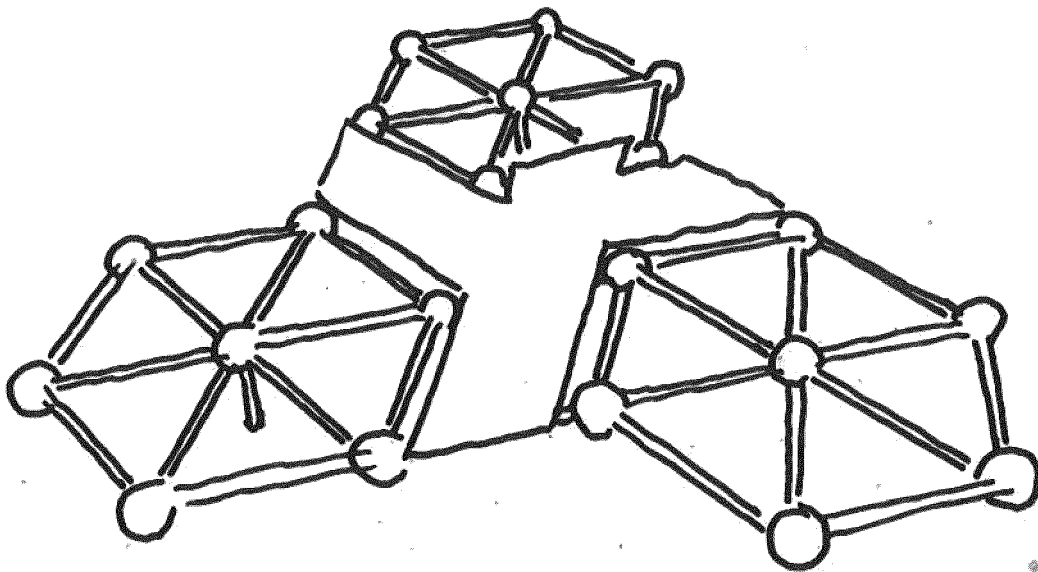
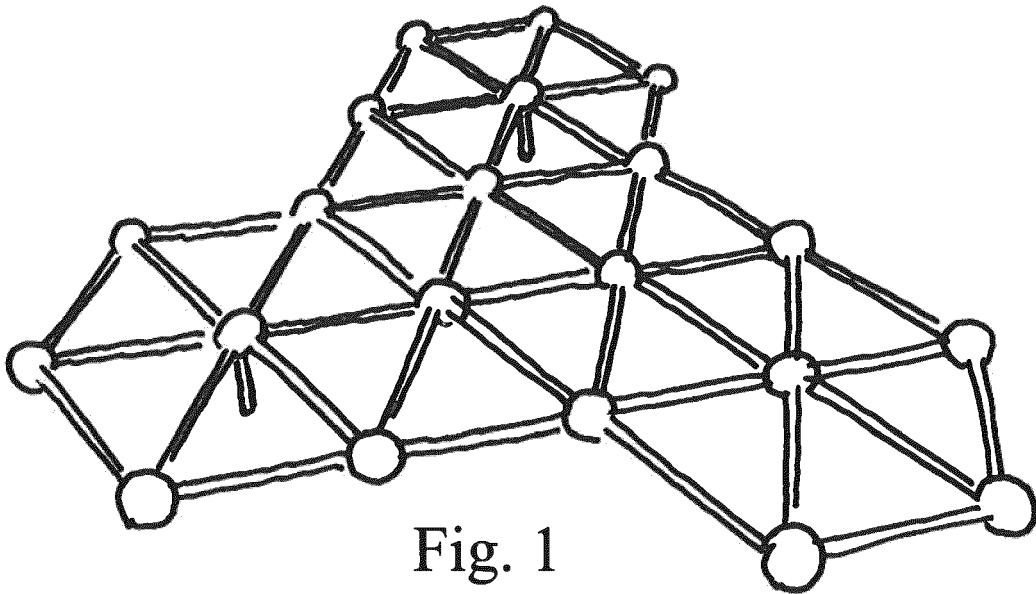
1. Modulares Raumgitter-Bauwerk, umfassend ein

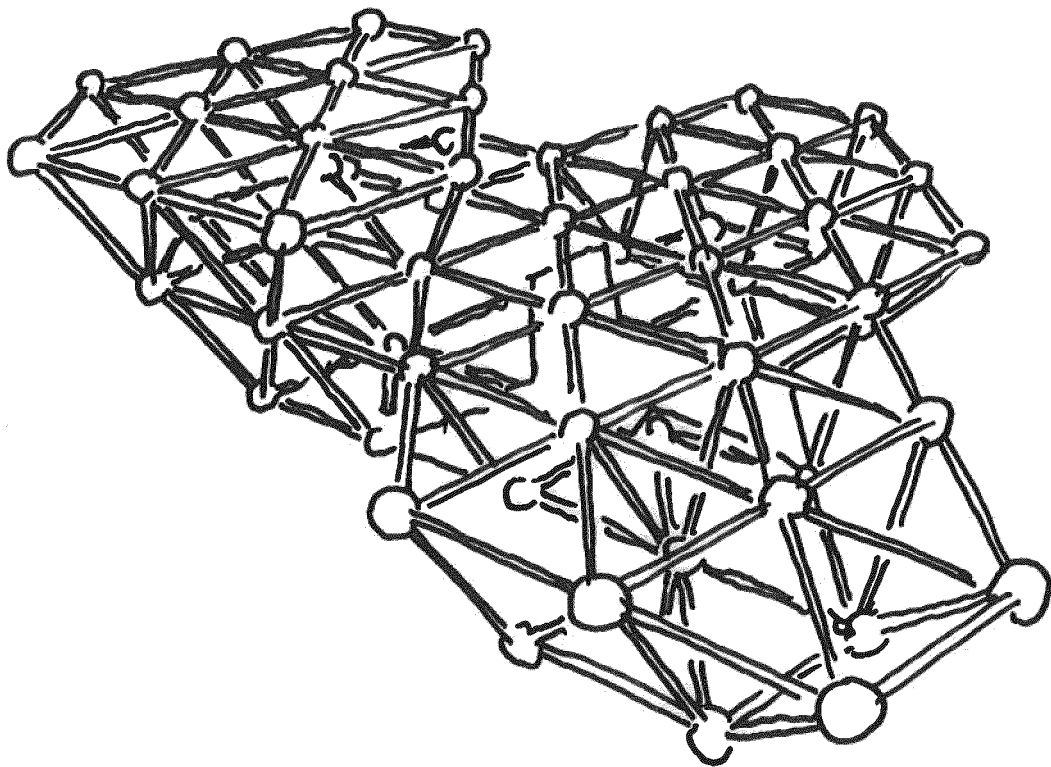
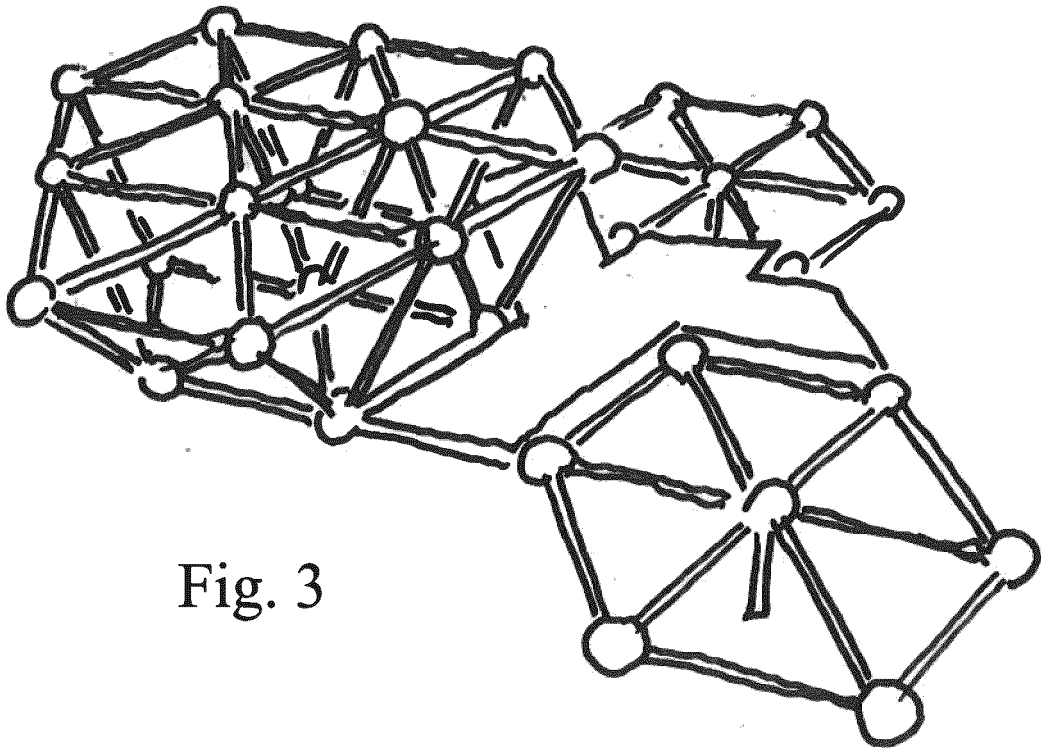
Gitterwerk aus Streben und Knotenpunkten und/oder Flächenmodulen, wobei die Streben des Gitterwerks mit den Knotenpunkten verbunden oder verbindbar sind, wobei die Flächenmodule randseitig miteinander oder mit den Streben verbunden oder ver-

bindbar sind.

der verbunden sind.

2. Modulares Raumgitter-Bauwerk nach Anspruch 1, wobei die Knotenpunkte Verbindungen der Streben in einem Winkel von 60°, 120° und 180° zueinander zulassen. 5
3. Modulares Raumgitter-Bauwerk gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei das Gitterwerk ein fcc-Gitter umfasst. 10
4. Modulares Raumgitter-Bauwerk gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, wobei das Gitterwerk eine hexagonal dichteste Kugelpackung umfasst.
5. Modulares Raumgitter-Bauwerk gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Bauwerk mindestens ein Flächenmodul umfasst, das als Wand, Boden, Decke, Dach, Weg oder Pflanzelement ausgelegt ist. 15
20
6. Modulares Raumgitter-Bauwerk gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Raumgitter Tetraeder umfasst.
7. Modulares Raumgitter-Bauwerk gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Bauwerk Flächenmodule umfasst oder nur Flächenmodule umfasst die eine hexagonale Form, bevorzugt die Form eines regelmäßigen Sechsecks aufweisen. 25
30
8. Modulares Raumgitter-Bauwerk gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei Bauwerk Flächenmodule umfasst, die eine Rechteckform, eine Quadratform, eine Dreiecksform, die Form eines rechtwinkligen Dreiecks oder die Form eines gleichseitigen Dreiecks aufweisen. 35
9. Modulares Raumgitter-Bauwerk gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei Bauwerk als Wohn- oder Arbeitsräume ausgebildet ist. 40
10. Modulares Raumgitter-Bauwerk gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei Bauwerk eine Brücke bildet oder einen Überbau bildet. 45
11. Modulares Raumgitter-Bauwerk gemäß Anspruch 9 oder 10, wobei Bauwerk einen Überbau mit Wohn- oder Arbeitsräumen bildet.
12. Modulares Raumgitter-Bauwerk gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter umfassend mindestens einen Fuß zum Abstützen des Bauwerks, der bevorzugt als Dreibein oder Tetraeder ausgeführt ist. 50
55
13. Modulares Raumgitter Bauwerk gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Streben, Knotenpunkte bzw. Flächenmodule lösbar miteinander





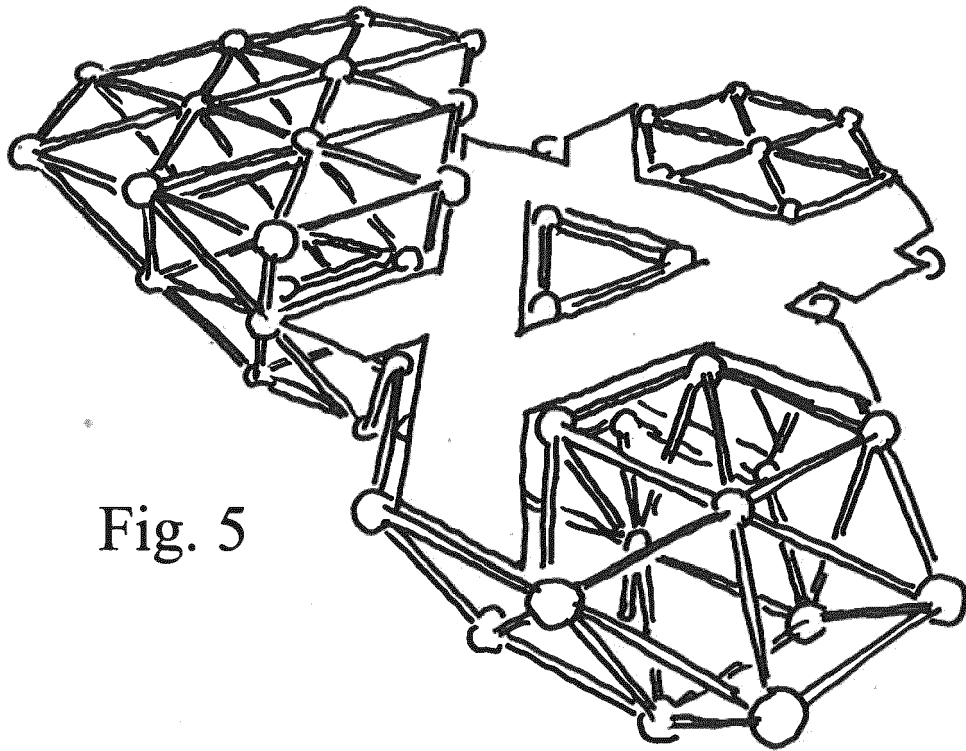


Fig. 5

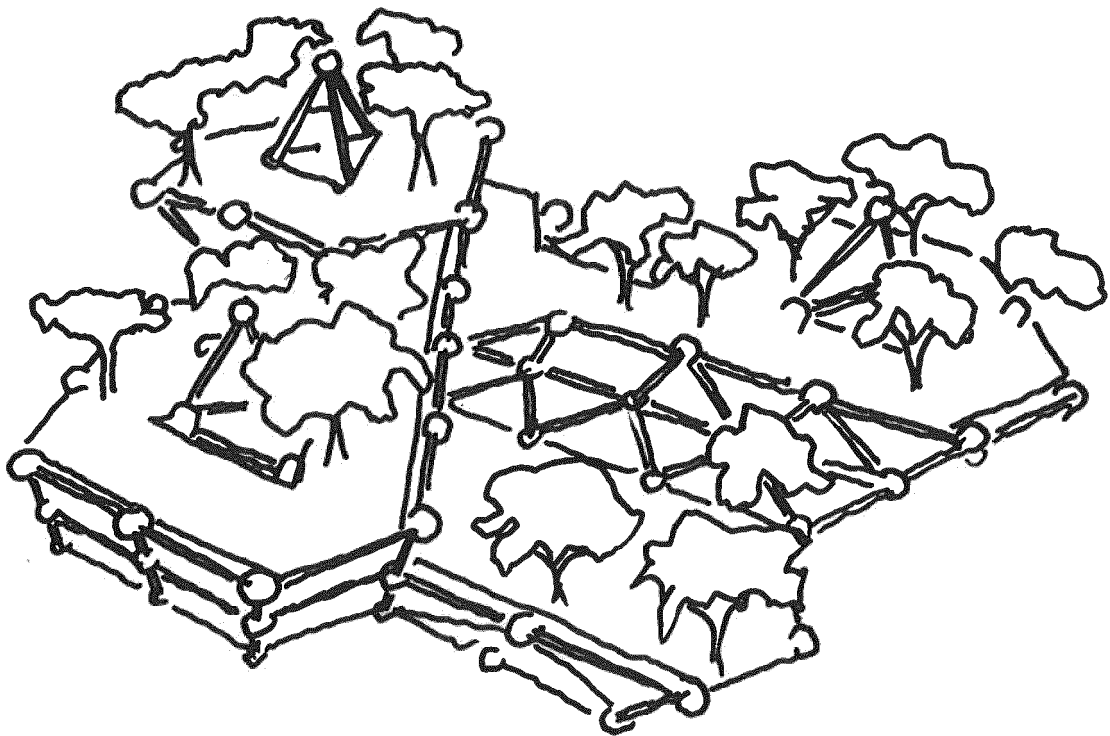


Fig. 6

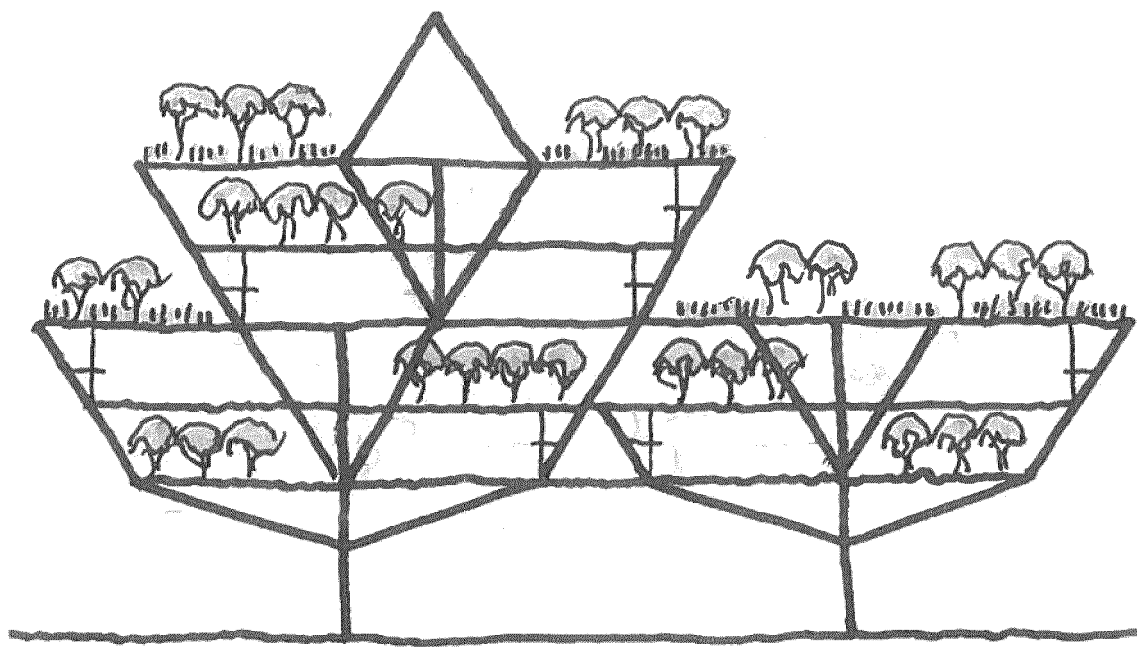
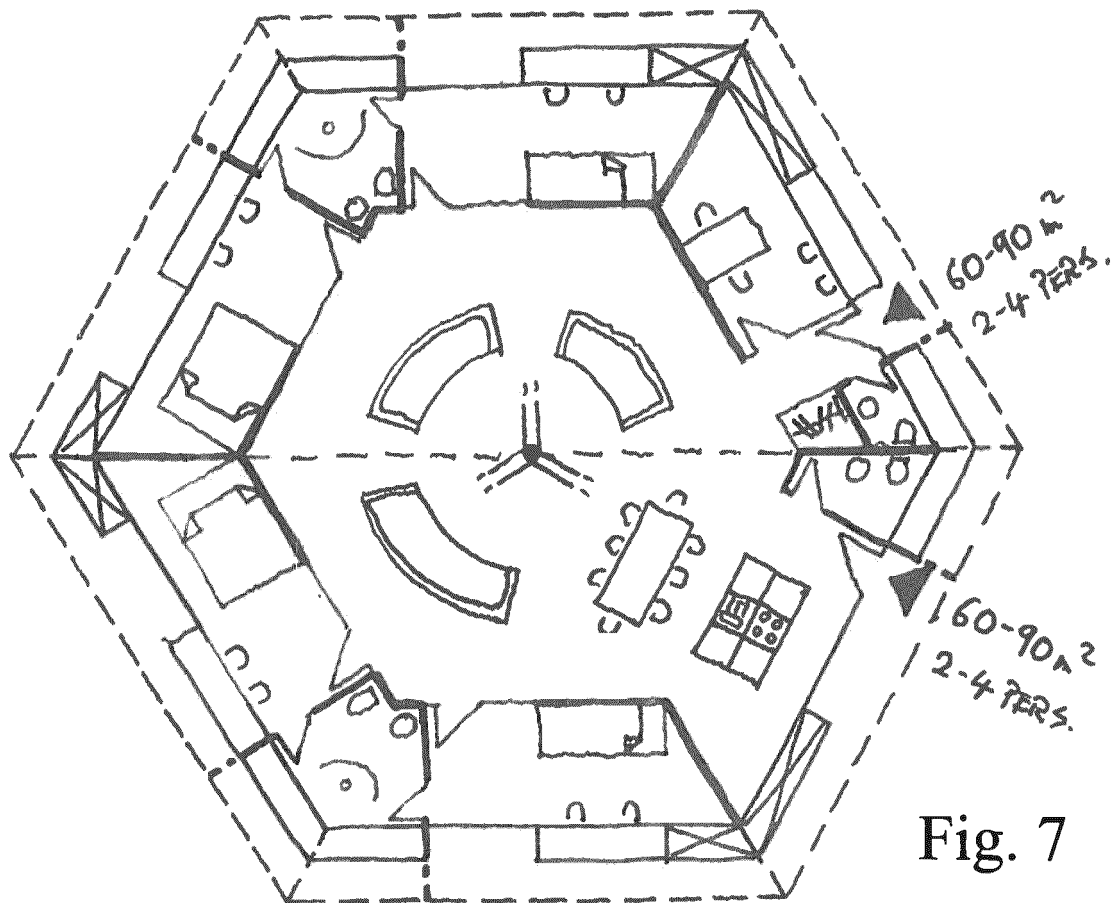


Fig. 8

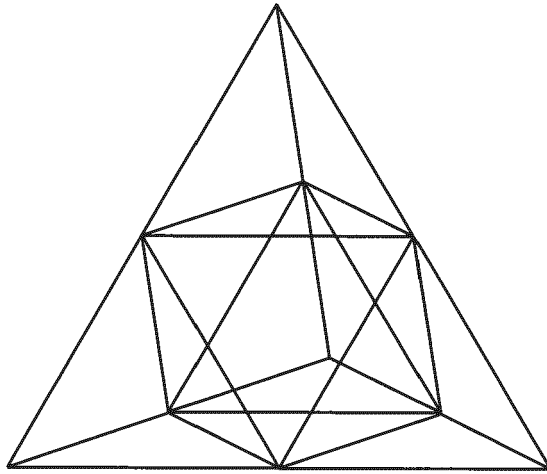


Fig. 10

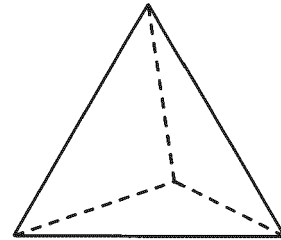


Fig. 9

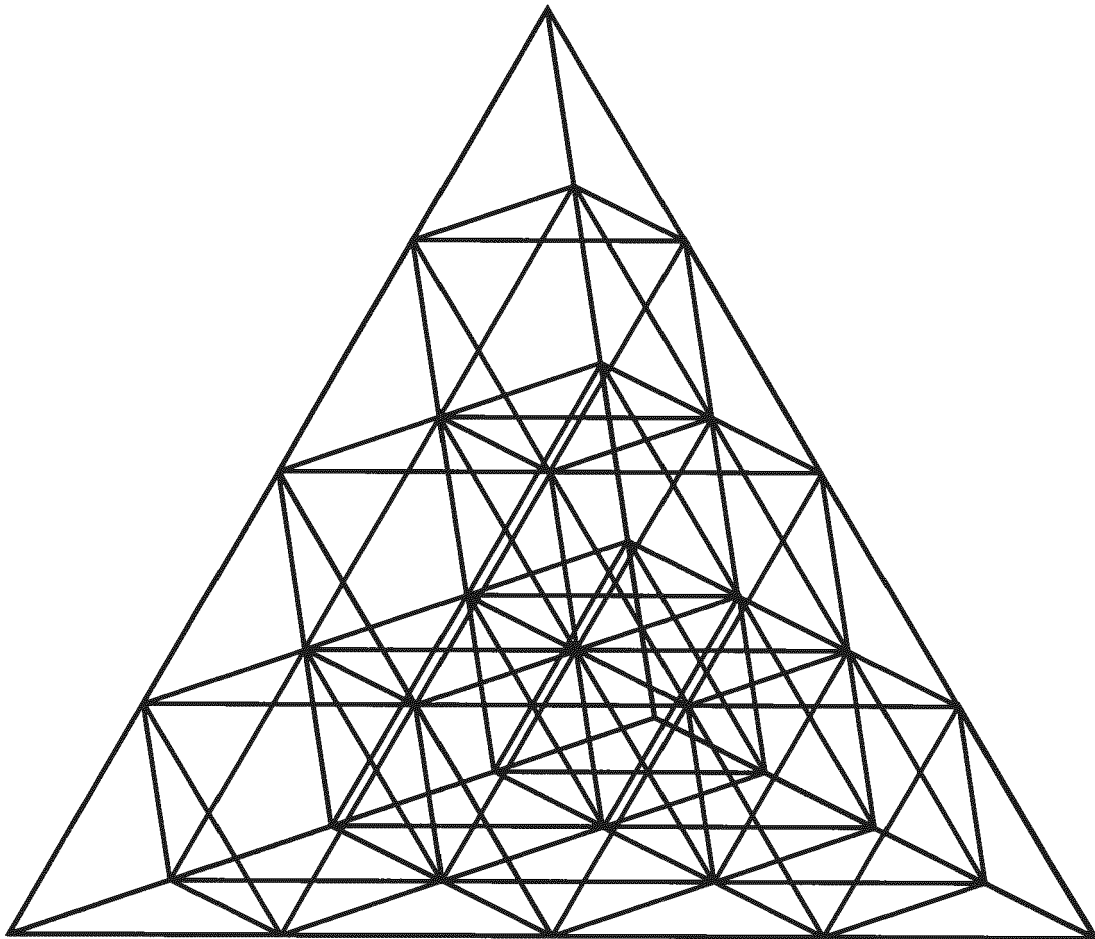


Fig. 11

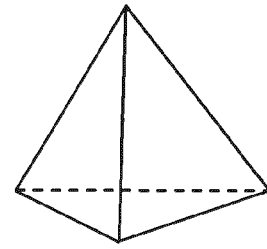


Fig. 12

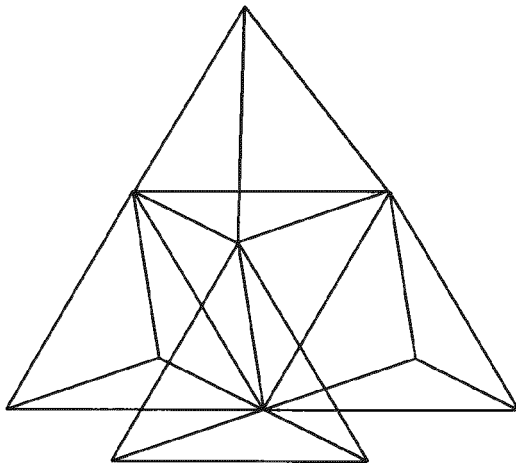


Fig. 13

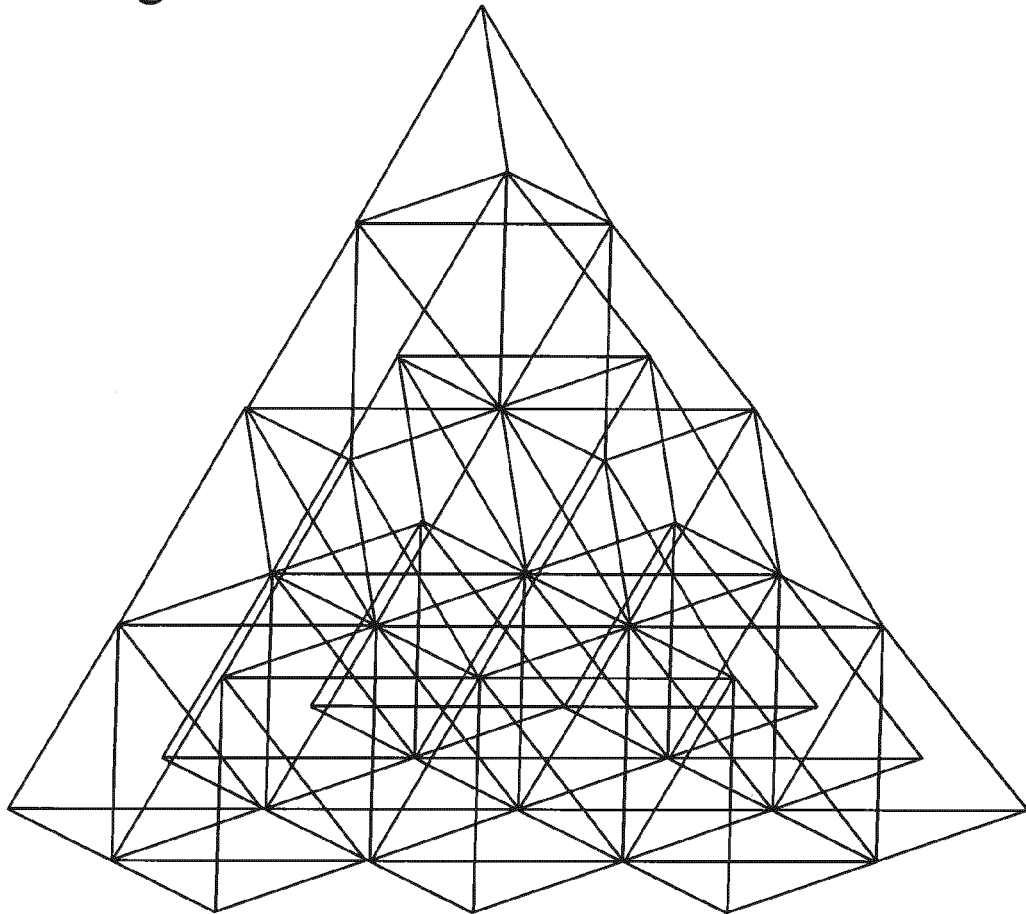


Fig. 14

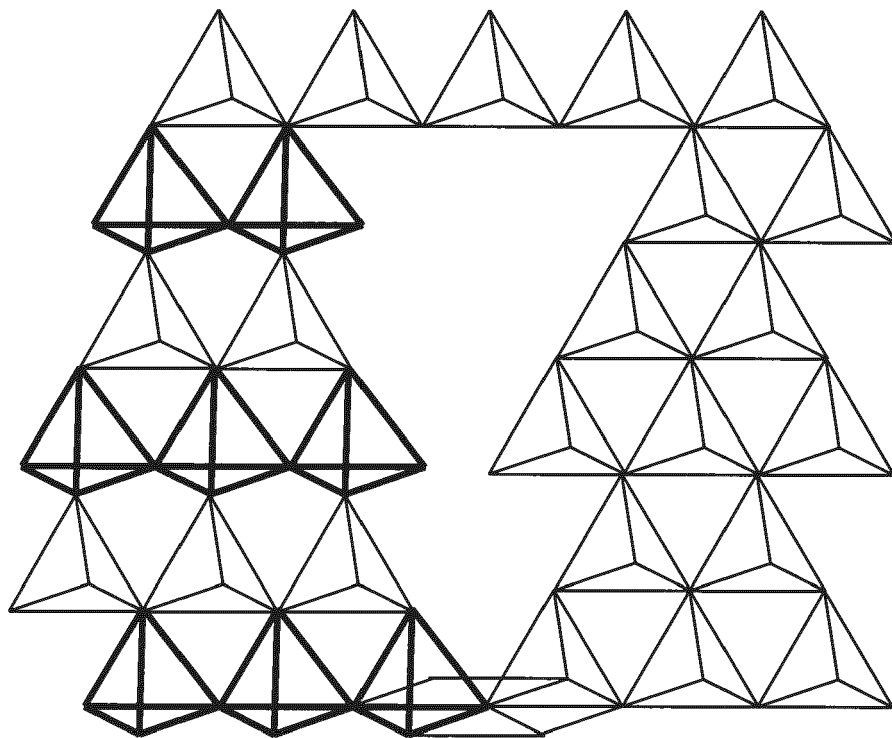


Fig. 15



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 18 9890

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 974 600 A (PEARCE PETER J) 17. August 1976 (1976-08-17) * Spalte 5, Zeile 39 - Spalte 17, Zeile 65; Abbildungen *	1-13	INV. E04B1/34 E04B1/19 E04B1/348 E04H1/00 E01D6/00 E04H1/04
X	US 2015/184369 A1 (CARLESS GLEN [AU]) 2. Juli 2015 (2015-07-02) * Absatz [0043] - Absatz [0151]; Abbildungen *	1	ADD. E04B1/00
A	WO 2018/068056 A1 (GEORGIA TECH RES INST [US]) 12. April 2018 (2018-04-12) * Seite 14, Zeile 18 - Seite 36, Zeile 17; Abbildungen *	3	
A	US 2012/036795 A1 (CORREA MIGUEL [US]) 16. Februar 2012 (2012-02-16) * Absatz [0018] - Absatz [0037]; Abbildungen *	12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E04B
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. Januar 2022	Prüfer López-García, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 18 9890

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-01-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3974600 A	17-08-1976	KEINE	
US 2015184369 A1	02-07-2015	AU 2012244116 B1	21-03-2013
		AU 2013286806 A1	22-01-2015
		BR 112014031596 A2	27-06-2017
		CN 104968869 A	07-10-2015
		CN 107447855 A	08-12-2017
		EP 2870303 A1	13-05-2015
		NZ 704508 A	30-09-2016
		US 2015184369 A1	02-07-2015
		WO 2014005177 A1	09-01-2014
WO 2018068056 A1	12-04-2018	US 2019242110 A1	08-08-2019
		WO 2018068056 A1	12-04-2018
US 2012036795 A1	16-02-2012	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82