

Bogotá D.C. Marzo 27 de 2017



Señores

Superintendencia de Industria y Comercio

Hago entrega de las modificaciones solicitadas por medio del oficio No. 10344 del proceso de solicitud de patente número NC2016/0001555. Se adjuntan los siguientes documentos, resumen, descripción de la invención, reivindicaciones y figuras.

Atentamente,

Melisa Gálvez Bohórquez

CC. 1015394327



TITULO: ESTRUCTURA DE MARCOS ESPACIALES

RESUMEN

La invención presentada consiste en una estructura rígida de marcos espaciales, con la capacidad de resistir cargas, conformada por barras y nodos que se interconectan. La novedad de la invención consiste en el empleo de una geometría por primera vez aplicada en marcos espaciales. La geometría es obtenida de retomar la forma en que se organizan las aristas generadas por las películas de jabón al interior de un cubo, conocido también como hexaedro, esta geometría es aplicada a la organización de las barras de la estructura.

La geometría tomada de las aristas de las películas de jabón del cubo, aplicada al diseño de la estructura de marcos espaciales proporciona la capacidad de resistir cargas; la estructura es rígida ante la aplicación de cargas verticales, no sufre grandes deformaciones ni grandes desplazamientos y emplea menor cantidad de material que otras tipologías de marcos espaciales.

TITULO: ESTRUCTURA DE MARCOS ESPACIALES

REIVINDICACIONES

1. Estructura rígida de marcos espaciales con la capacidad de resistir cargas, compuesta por barras y nodos, y caracterizada principalmente por:
 - a. La geometría de la estructura se basa en la configuración más sencilla que adoptan las películas de jabón al interior de la figura del cubo, la cual se compone por una película de forma cuadrada, ocho películas de forma trapezoidal, cuatro aristas que forman un cuadrado, y ocho aristas que se organizan en posición diagonal con respecto a las aristas del cubo.
 - b. La estructura emplea dos tipos de nodos al mismo tiempo, correspondientes a nodos articulados y a nodos empotrados.
2. La geometría y ubicación de las barras de la estructura reclamada en la reivindicación 1, se basan en la geometría que poseen las aristas generadas por las películas de jabón al interior de la figura del cubo.
3. La estructura de marcos espaciales reclamada en la reivindicación 1 se compone por los siguientes elementos:
 - a. Un conjunto de cuatro barras que forman un marco cuadrado, ubicado en el centro geométrico de la estructura
 - b. Un conjunto de barras con ubicación perimetral que confinan a la estructura
 - c. Un conjunto de ocho barras con posición diagonal, agrupadas en cuatro elementos, que conectan al marco cuadrado del centro con las barras perimetrales de confinamiento
 - d. Nodos rígidos con 0 grados de libertad, que unen el marco cuadrado del centro a las barras con posición diagonal
 - e. Nodos articulados con 6 grados de libertad, que unen entre sí a las barras con posición diagonal
 - f. Nodos articulados con 6 grados de libertad, que unen a las barras con posición diagonal a las barras perimetrales de confinamiento
4. En los elementos reclamados en la reivindicación 3, las barras de confinamiento de la estructura, podrán ser sustituidas por tensores.
5. Los elementos reclamados en la reivindicación 3, poseen los siguientes ángulos:
 - a. Las 4 barras que forman un marco cuadrado, poseen ángulos de 90° entre sí.
 - b. Las barras de confinamiento de la estructura poseen ángulos de 90° entre sí.
 - c. Las barras con posición diagonal poseen ángulos de 83° entre sí.
 - d. El ángulo formado entre las barras del marco central y las barras con posición diagonal es de 122° .

- e. El ángulo formado entre las barras perimetrales de confinamiento y las barras con posición diagonal es de 58° .
6. Los elementos reclamados en la reivindicación 3 poseen ángulos que podrán variar dentro de un rango con los siguientes valores:
- a. El ángulo que forman entre sí las barras con posición diagonal, podrá variar hasta 16°
 - b. El ángulo formado entre las barras con posición diagonal y las barras del marco cuadrado podrá variar hasta 5°
 - c. El ángulo formado entre las barras con posición diagonal y las barras perimetrales de confinamiento podrá variar hasta 5°
 - d. El ángulo que forman entre sí las barras del marco central, podrá variar hasta 10°
7. Los elementos reclamados en la reivindicación 3, poseen las siguientes proporciones:
- a. La longitud de las barras perimetrales de confinamiento de la estructura corresponde a L
 - b. La longitud de las barras con posición diagonal corresponde a $0,75L$
 - c. La longitud de las barras del marco central corresponde a $0,2L$
8. Los elementos reclamados en la reivindicación 3 poseen proporciones que podrán variar dentro de un rango con los siguientes valores:
- a. La longitud de las barras con posición diagonal podrá variar entre $0,6L$ y $0,8L$
 - b. La longitud de las barras del marco central podrá variar entre $0,1L$ y $0,4L$
9. La estructura reclamada en la reivindicación 1 crece en el sentido horizontal y/o vertical por medio de la repetición de los elementos reclamados en la reivindicación 3.
10. Los nodos reclamados en la reivindicación 3, reúnen el siguiente número de elementos:
- a. En los nodos rígidos se agrupan una cantidad de cuatro barras
 - b. En los nodos articulados se agrupan una cantidad de mínimo cuatro barras y máximo ocho barras

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

TITULO: ESTRUCTURA DE MARCOS ESPACIALES

SECTOR TECNOLÓGICO

La invención presentada pertenece al campo de las estructuras de marcos espaciales, las cuales se componen por barras interconectadas en los extremos por medio de nodos. Los marcos espaciales son estructuras hiperestáticas con la capacidad de resistir cargas; las fuerzas son aplicadas en los nodos y transmitidas hacia los apoyos por descomposición vectorial a través de los elementos, los cuales trabajan alternadamente ante los esfuerzos de tracción y compresión. Los marcos espaciales conforman figuras geométricas que se repiten; se emplean como estructuras de edificaciones, en columnas, muros, placas, cubiertas y fachadas.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Las estructuras de marcos espaciales han sido ampliamente utilizadas en la construcción de obras civiles y edificaciones, generalmente fabricadas con materiales metálicos, como el acero, el aluminio y aleaciones. Los marcos espaciales constituyen un sistema estructural versátil que permite la construcción de diversos tipos de estructuras, se dividen en: planos, como las cerchas; espaciales, de simple pared y doble pared; espaciales planos; y espaciales curvos, como las cúpulas geodésicas por ejemplo. Los marcos espaciales conforman redes en el espacio a partir de la repetición de figuras geométricas, algunas de las más utilizadas son tetraedros, octaedros y pirámides entre otros. La versatilidad de las estructuras también se ve reflejada en la variedad de tipologías de nodos que existen para los marcos espaciales, tales como rotulas, chapas, pernos, esferas, horquillas, tornillos, pasadores, piezas ensamblables y soldaduras, entre otros.

Los marcos espaciales se consideran estructuras hiperestáticas, que poseen un buen desempeño ante cargas estáticas y fuerzas sísmicas, además poseen bajo peso con respecto a su capacidad estructural. Los nodos de los marcos espaciales se deben diseñar como uniones articuladas, evitando que se generen esfuerzos de flexión y torsión, sin embargo en la construcción de las estructuras no suele cumplirse esta condición, así que en muchos casos las uniones se construyen con nodos rígidos.

Los desarrollos de estructuras de marcos espaciales se enfocan en dos ámbitos, por un lado, en el diseño de la configuración geométrica de las barras, y por otro lado, en el diseño de las uniones. Actualmente los adelantos en esta materia, se han dado en el diseño de nuevas tipologías de nodos, dejando de lado la exploración de nuevas geometrías.

Referentes de Patentes

Uno de los referentes es el sistema Molecule con la patente No. US006378265, del inventor Matías Konstandt, es un sistema de unión que permite el ensamble manual de barras, conformando estructuras de marcos espaciales, compuestas por figuras de pirámides. Las barras se encastran en sus extremos a los nodos, que están compuestos por tres piezas atornilladas. El sistema permite generar todos los elementos estructurales que componen una edificación. El sistema fue aplicado a la construcción de una casa en Buenos Aires, denominada la casa Molecule.

El Sistema Bambutec con la patente No. 2004094842, del inventor Ulrich Wallner, es un sistema de nodos para realizar la unión estructuras de marcos espaciales compuestas por de barras de bambú. Los nodos son elementos macizos de madera, generalmente con forma cubica, que poseen perforaciones para la introducción de los extremos de las barras. Las perforaciones de los nodos son de dos tipos, la primera en forma de anillo para sujetar el borde circular de las barras y la segunda perforación se ubica en el centro geométrico de la primera, y consiste en un orificio para sujetar el perno que poseen las barras en los extremos.

El Sistema connector for variable-curvature spaceframe structural system con la patente No. US5626434A del inventor, Robert W. Cook, es un sistema de nodos que permite la unión de barras en estructuras de marcos espaciales. Los nodos con forma semiesférica están conformados por tres discos unidos por medio de un tornillo. Los nodos poseen perforaciones que permiten la fijación de los extremos de las barras, estos orificios permiten cierto movimiento a las barras generando así uniones articuladas. Las barras son tubulares, con piezas cónicas en los extremos y terminaciones en forma esférica.

Referentes de Proyectos de Construcción

La estructura de una vivienda de emergencia desarrollada Ecuador en el año 2009, por los diseñadores, Germán Navarrete y Ángel Jácome, es un conjunto de marcos espaciales compuesto por barras y nodos que se organizan formando figuras piramidales. La estructura se caracteriza por poseer bajo peso y por la rapidez del montaje, adicionalmente tiene la posibilidad de ser armada y desarmada para su traslado de lugar.

El proyecto de construcción Centro Acuático de Pekín del año 2008, a cargo de los diseñadores, PTW Achitects, posee una estructura a gran escala, compuesta por barras y nodos. Las barras se distribuyen en el espacio conformando uniones que imitan las conexiones que poseen los elementos en la estructura Weaire Phelan. Los espacios entre las barras fueron cubiertos con películas de material EFTE, imitando el comportamiento y apariencia de las películas de jabón. Otra de las aplicaciones de las estructuras de marcos espaciales se aprecia en el proyecto Mediateca de Sendai del año 2001, del arquitecto Toyo Ito, que posee una estructura compuesta por columnas con forma tubular formadas por retículas de barras de acero.

OBJETO DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención es la aplicación de una nueva geometría en marcos espaciales, la cual provee propiedades de optimización a las estructuras, proporcionando una alta capacidad de resistencia a cargas, empleando menor cantidad de material en comparación con otras geometrías tradicionalmente aplicadas.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

La invención presentada consiste en una estructura rígida de marcos espaciales, con la capacidad de resistir cargas, conformada por barras y nodos que se interconectan. La novedad de la invención consiste en el empleo de una geometría por primera vez aplicada en marcos espaciales. La geometría es obtenida de retomar la forma en que se organizan las aristas generadas por las películas de jabón al interior de un cubo, conocido también como hexaedro, esta geometría es aplicada a la organización de las barras de la estructura.

La geometría de la estructura de marcos espaciales se basa en la configuración más sencilla que adoptan las películas de jabón al interior de la figura del cubo, la cual se compone por una película de forma cuadrada, ocho películas de forma trapezoidal, cuatro aristas que forman un cuadrado, y ocho aristas que se organizan en posición diagonal con respecto a las aristas del cubo.

Las películas de jabón son superficies de área mínima que poseen propiedades de eficiencia, debido a que se organizan con formas eficientes y optimizan la cantidad de material, por lo cual la aplicación de la geometría derivada de las aristas de las películas de jabón del cubo, en la configuración de las barras de la estructura de marcos espaciales presentada, provee propiedades de eficiencia, proporcionando ahorro de material y disminución en el peso.

La estructura se compone por una forma geométrica básica que a su vez se conforma por elementos de barras y nodos. La estructura de marcos espaciales crece a partir de la repetición de la forma geométrica, en el sentido vertical y/o horizontal, con la posibilidad de generar estructuras tales como columnas, muros, placas de entrepiso, soportes para cubiertas y estructuras de fachada.

Las barras de la estructura de marcos espaciales se dividen en: un conjunto de cuatro barras que forman un marco cuadrado, ubicado en el centro geométrico de la estructura; un conjunto de ocho barras con posición diagonal, agrupadas en cuatro elementos, que conectan al marco cuadrado del centro con las barras perimetrales de confinamiento; un conjunto de barras con ubicación perimetral que sirven de confinamiento a la estructura; nodos rígidos; y nodos articulados.

Los nodos rígidos sirven de unión entre el marco cuadrado y las barras con posición diagonal, y agrupan una cantidad de cuatro barras; poseen 0 grados de libertad, así que restringen los movimientos de rotación y traslación en el espacio. Los nodos articulados agrupan una cantidad de entre cuatro a ocho barras, y sirven de unión entre las barras con posición diagonal y las barras de confinamiento, y entre la agrupación de los extremos de las barras con posición diagonal; poseen 6 grados de libertad, permitiendo movimientos de rotación y traslación en el espacio.

Las barras de la estructura de marcos espaciales poseen las siguientes dimensiones: la longitud de las barras perimetrales de confinamiento de la estructura corresponde a L ; la longitud de las barras con posición diagonal corresponde a $0,75L$, y pueden variar en un rango entre $0,6L$ y $0,8L$; y la longitud de las barras del marco central corresponde a $0,2L$, y pueden variar en un rango entre $0,1L$ y $0,4L$. En caso de que la estructura soporte cargas livianas, las barras de confinamiento podrán ser sustituidas por tensores.

Las barras de la estructura de marcos espaciales poseen los siguientes ángulos entre elementos: las barras que conforman el marco cuadrado, poseen ángulos de 90° entre sí y pueden llegar a variar en un rango de 10° ; las barras de confinamiento de la estructura poseen ángulos de 90° entre sí; las barras con posición diagonal poseen ángulos de 83° entre sí y pueden llegar a variar en un rango de 16° ; el ángulo formado entre las barras del marco central y las barras con posición diagonal es de 122° , y puede llegar a variar en un rango de 5° ; y el ángulo formado entre las barras perimetrales de confinamiento y las barras con posición diagonal es de 58° , y puede llegar a variar en un rango de 5° . Los ángulos entre las barras pueden llegar a variar, conservando la forma y configuración de los elementos.

Las barras de la estructura son perfiles tubulares de sección circular que se ensamblan en los nodos. Las uniones empleadas en los nodos pueden ser por soldadura, por piezas atornilladas o pernadas, por ensambles de piezas o cualquier tipo de unión para nodos. Los elementos de la estructura podrán ser fabricados con los siguientes tipos de materiales: materiales metálicos, como el aluminio o el acero; materiales de fibras vegetales, como la madera y el bambú; y materiales sintéticos, como los polímeros y las resinas.

Ventajas técnicas

- La geometría tomada de las aristas de las películas de jabón del cubo, aplicada al diseño de la estructura de marcos espaciales proporciona la capacidad de resistir cargas; la estructura se mantiene rígida y emplea secciones esbeltas.
- La aplicación de nodos rígidos y articulados, permite leves movimientos y rotaciones, al mismo tiempo que provee la rigidez necesaria para que la estructura soporte cargas, por lo cual se presentan esfuerzos mínimos de torsión sin sufrir grandes deformaciones.

- Las piezas pueden ser prefabricadas proporcionando los beneficios de la estandarización como lo es la precisión de los elementos, la facilidad de transportación y la rapidez del montaje en obra.
- Los espacios al interior de la estructura de marcos espaciales son útiles para la incorporación de tuberías y sistemas de instalaciones.
- La estructura es rígida ante la aplicación de cargas verticales no sufre grandes deformaciones ni grandes desplazamientos y emplea menor cantidad de material que otras tipologías de marcos espaciales, tales como la celosía Long, la celosía Warren, y la celosía Warren compuesta.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

FIGURA 1. Vista en planta de la geometría básica de la estructura. Se parecía el centro geométrico del conjunto de elementos y los ángulos formados entre las barras.

FIGURA 2. Vista en alzado de la geometría básica de la estructura. Se parecía el centro geométrico del conjunto de elementos y los ángulos formados entre las barras.

FIGURA 3. Axonometría isométrica de la geometría básica de la estructura

FIGURA 4. Axonometría de la geometría básica de la estructura. Se aprecia la medida de proporción de la longitud de las barras.

FIGURA 5. Axonometría explotada de la geometría de la estructura

FIGURA 6. Axonometría de estructura vertical de tipo columna

FIGURA 7. Axonometría de estructura vertical de tipo muro

FIGURA 8. Axonometría de estructura horizontal de tipo placa de entrepiso

FIGURA 9. Axonometría de estructura volumétrica

FIGURA 10. Axonometría explotada de nodo articulado, para la unión de cuatro extremos de barras, que incluyen tres barras de confinamiento de la estructura y una barra con posición diagonal

FIGURA 11. Axonometría explotada de nodo rígido, para la unión del marco cuadrado y las barras con posición diagonal

FIGURA 12. Axonometría explotada de nodo articulado, para la unión de cuatro extremos de barras con posición diagonal

FIGURA 13. Axonometría explotada de nodo articulado, para la unión de cuatro extremos de barras, que incluyen dos barras de confinamiento de la estructura y dos barras con posición diagonal

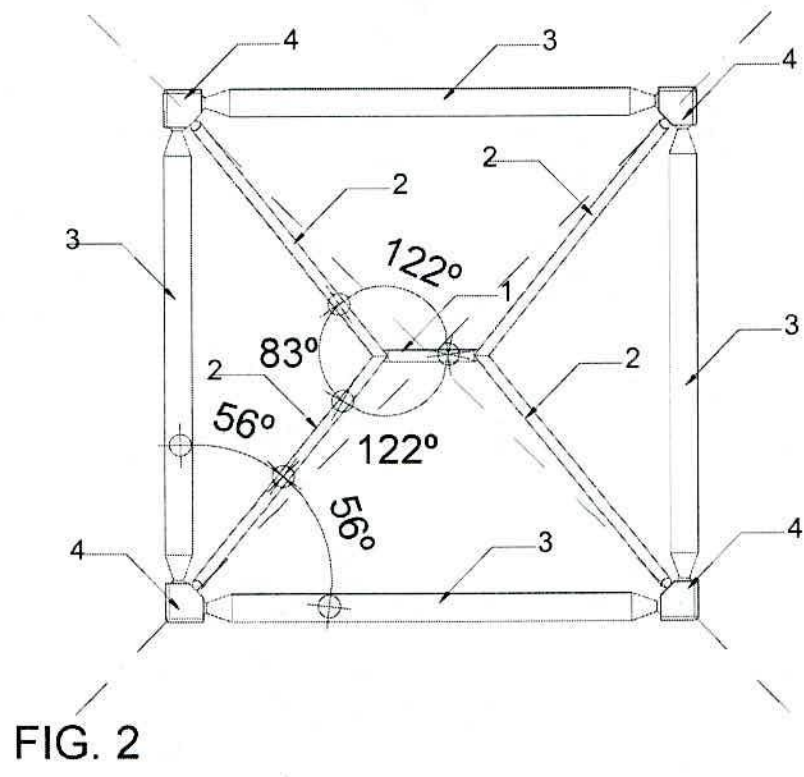
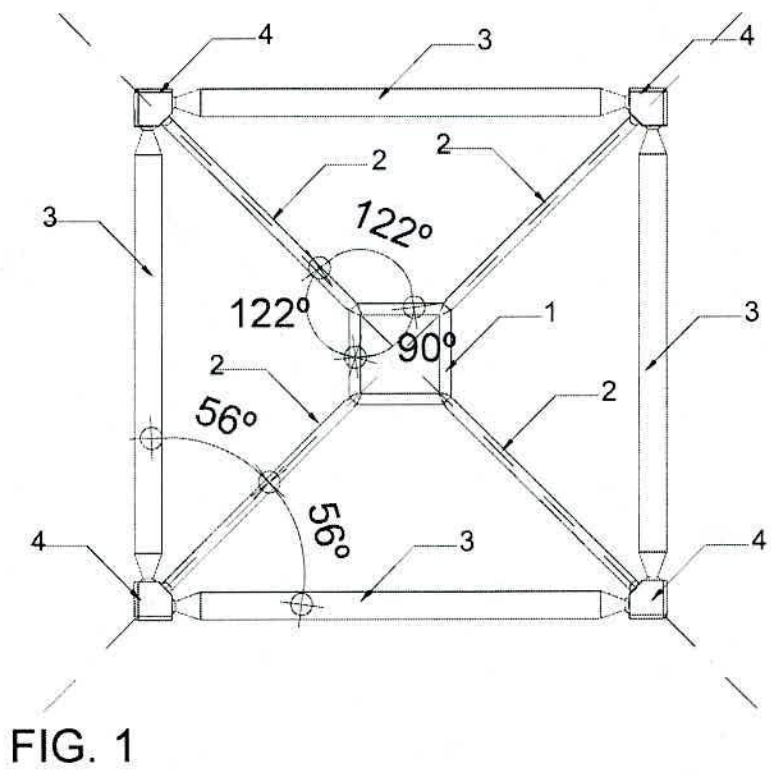
FIGURA 14. Axonometría explotada de nodo articulado, para la unión de ocho extremos de barras con posición diagonal

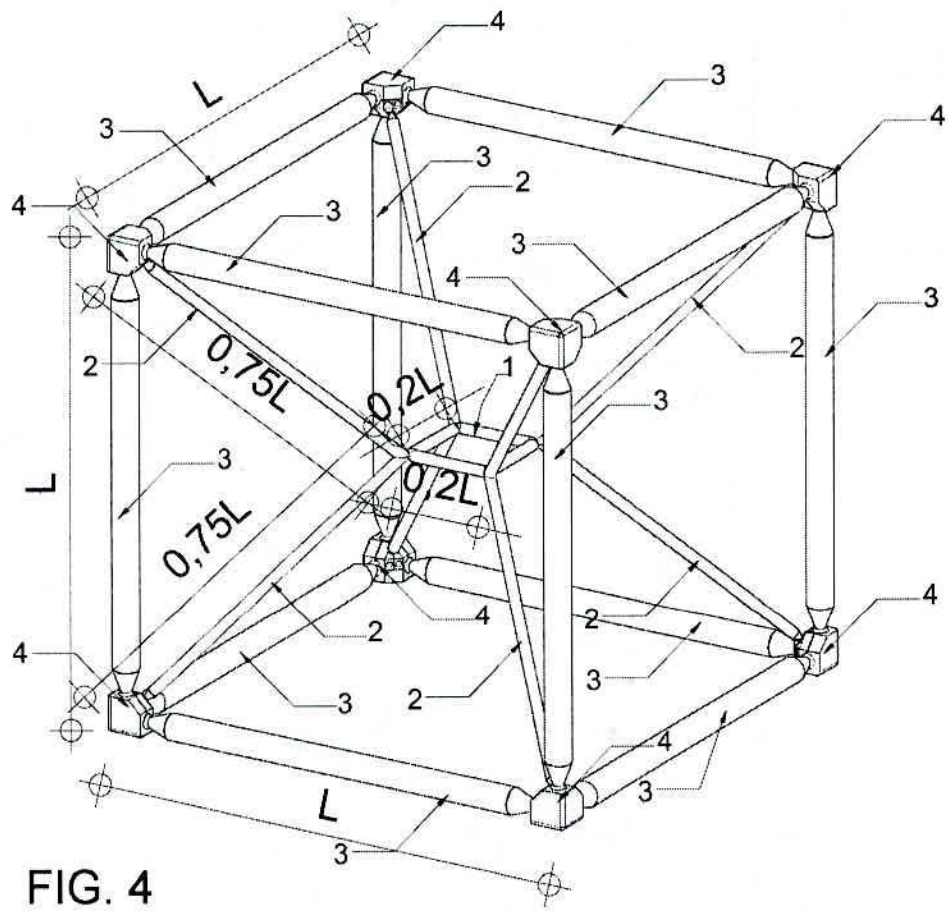
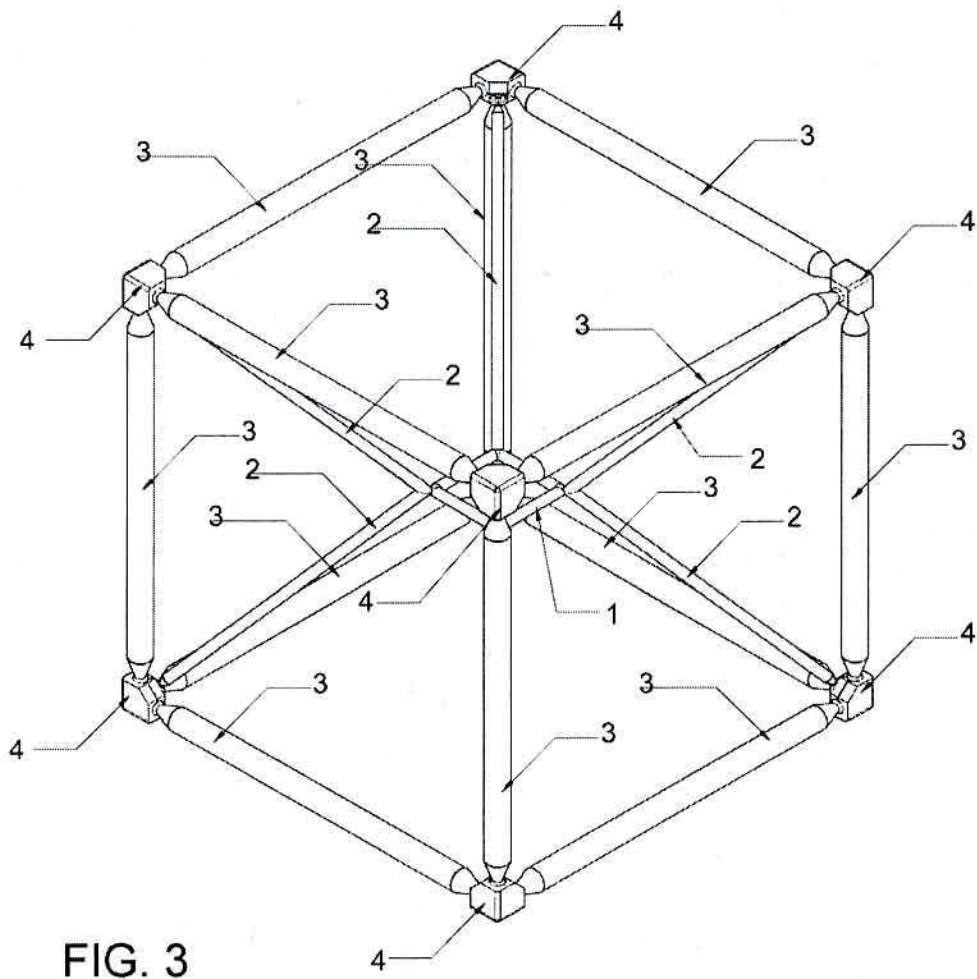
REALIZACION PREFERIDA

En la realización ideal de la estructura de marcos espaciales, los elementos del sistema deben ser piezas prefabricadas que se ensamblan manualmente con la posibilidad de que la estructura pueda ser desarmada y armada nuevamente en otros lugares. Adicionalmente las cargas deben ser aplicadas en los nodos de la estructura.

Los elementos (1) conforman las barras del marco cuadrado. Los elementos (2) conforman las barras con posición diagonal, cada una de estos elementos está conformado por la agrupación de dos unidades de las barras (2). Los elementos (3) conforman las barras de confinamiento de la estructura. Los elementos (4) conforman los nodos articulados que reúnen tres extremos (13) de las barras (3) y un extremo (11) de las barras (2). Los elementos (5) conforman los nodos articulados que reúnen dos extremos (13) de las barras (3) y dos extremos (11) de las barras (2). Los elementos (6) conforman los nodos articulados que reúnen cuatro extremos (11) de las barras (2). Para realizar la unión de ocho extremos (11) de las barras (2) se deben emplear dos nodos (6) unidos y atornillados.

Los extremos atornillables (9) de las barras (2) se deben unir a los orificios roscados (8) de los marcos cuadrados (1), para generar las uniones rígidas. En los nodos (4) se deben encastrar las terminaciones esféricas (13 y 11); las piezas (18 y 18') se deben encajar en la pieza (14) y se deben fijar con los tornillos (22 y 22'). En los nodos (5) se deben encastrar las terminaciones esféricas (11 y 13); la pieza (36) se debe ensamblar a la pieza (32) y se debe fijar con el tornillo (40). En los nodos (6) se deben encastrar las terminaciones esféricas (11); la pieza (27) se debe ensamblar a la pieza (23) y se debe fijar con el tornillo (31). Las terminaciones esféricas encastradas en los orificios de los nodos generan uniones articuladas.





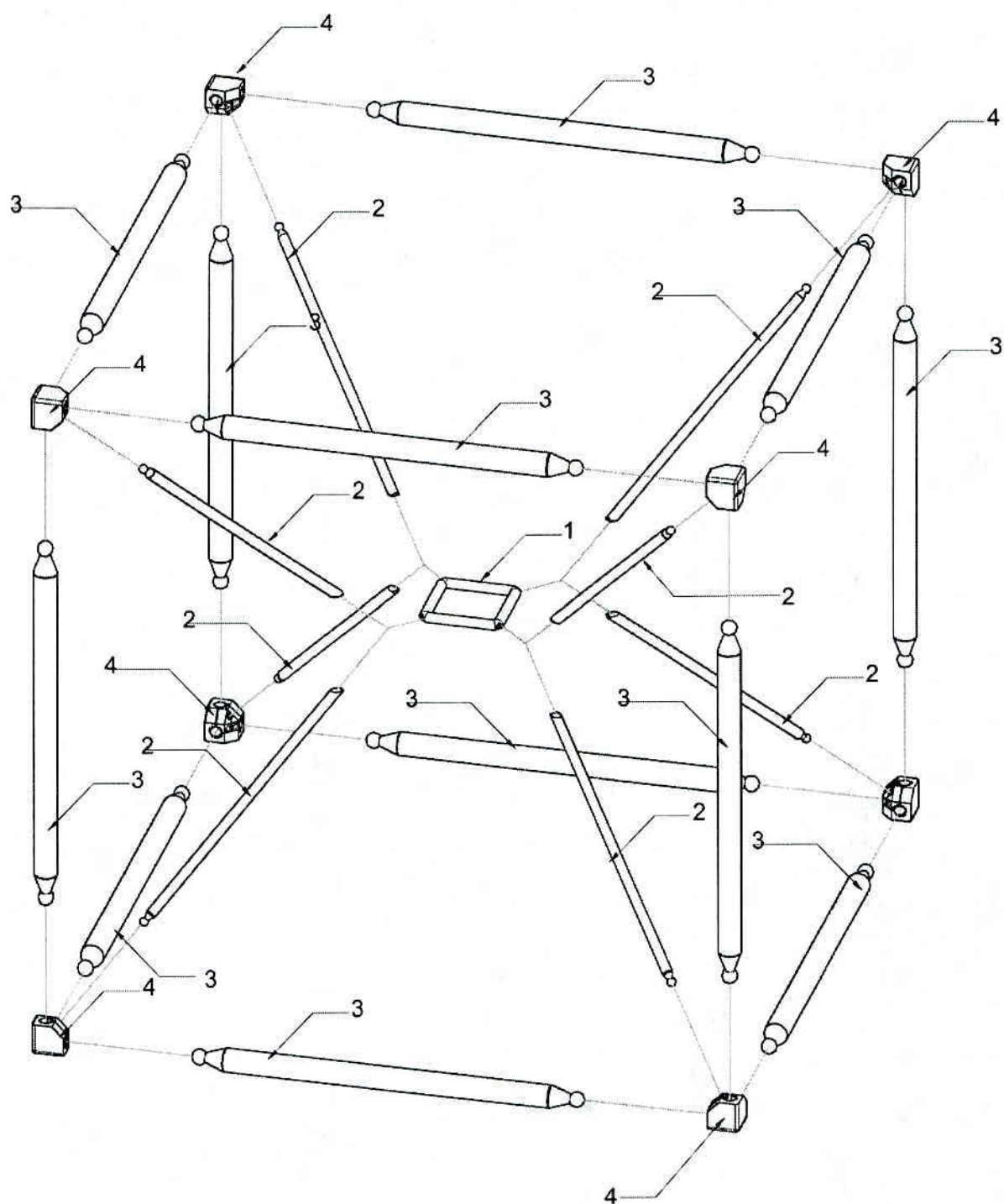


FIG. 5

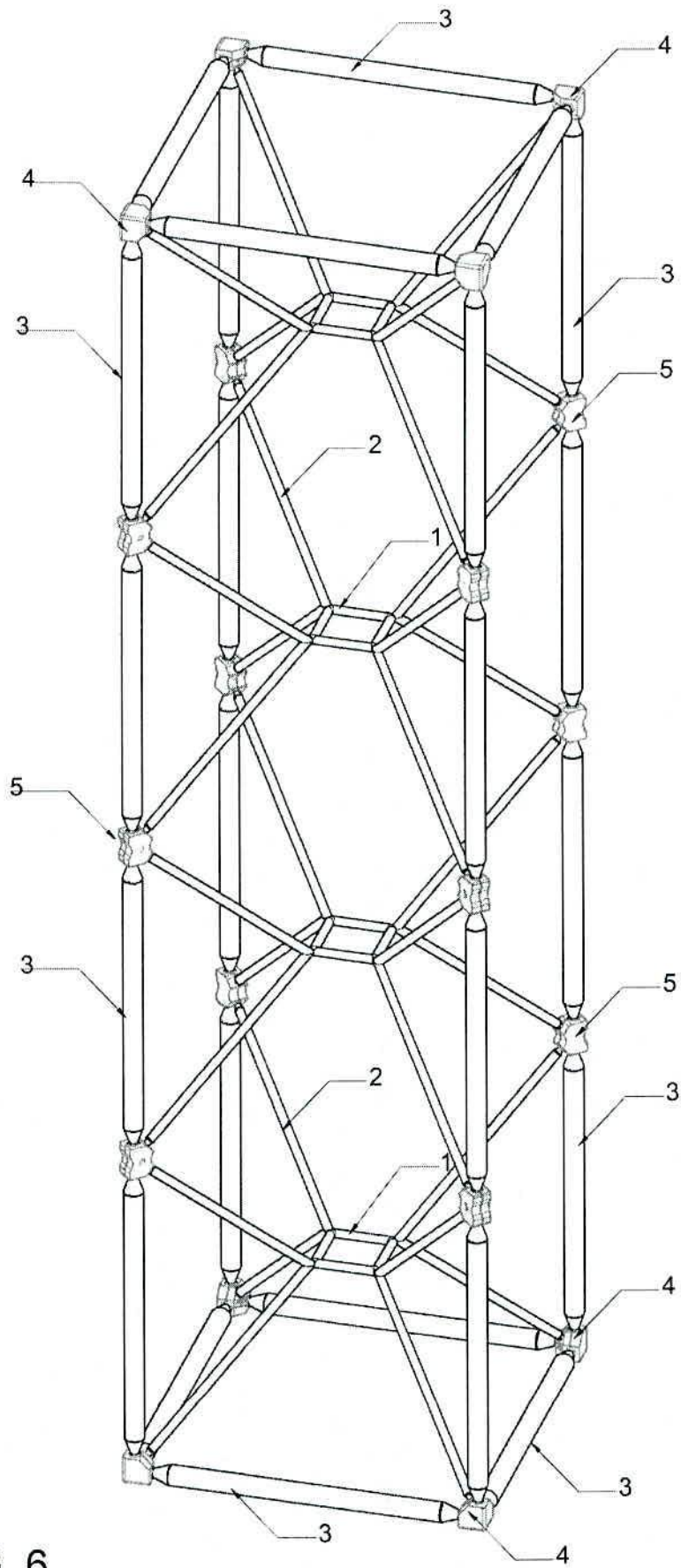
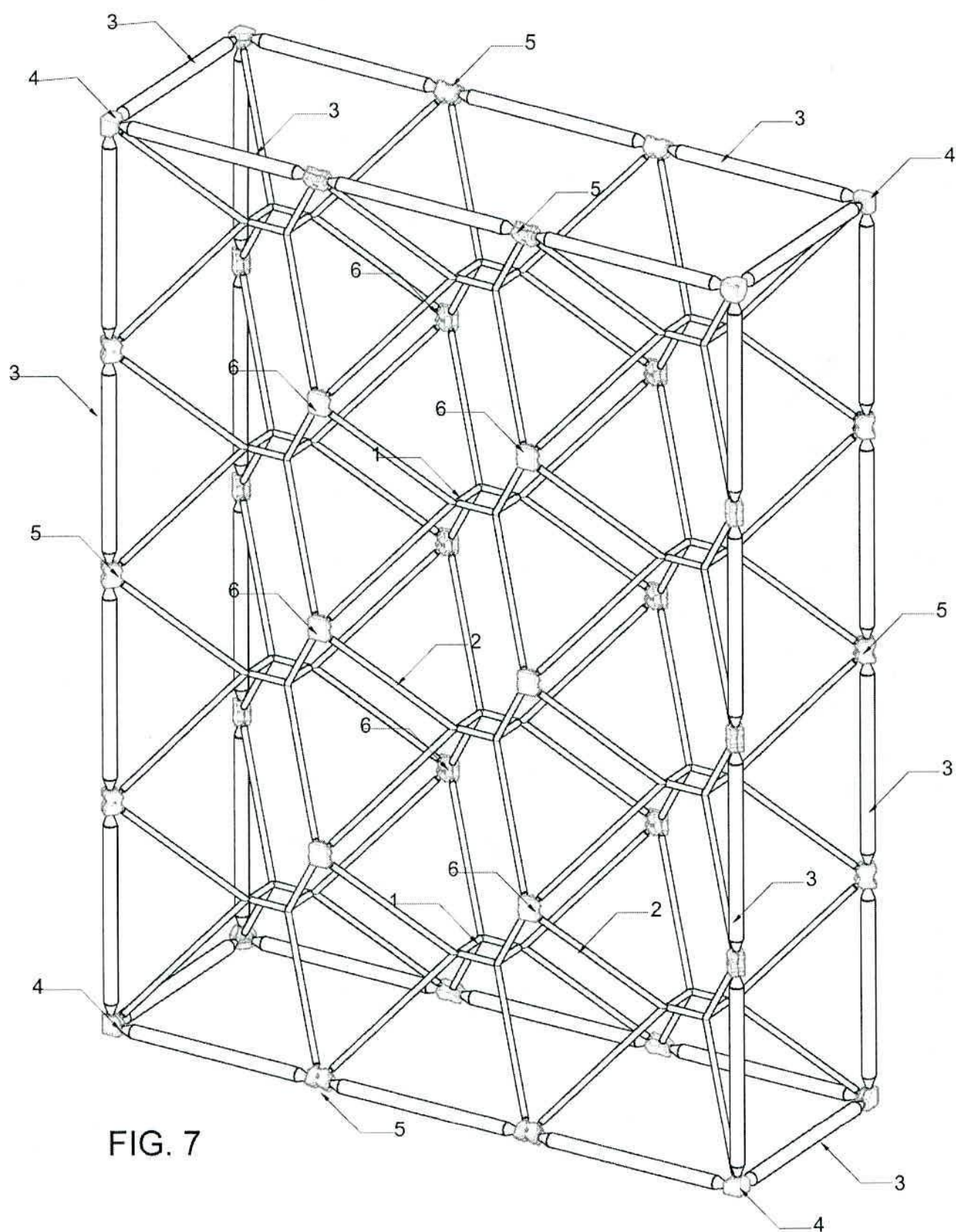


FIG. 6



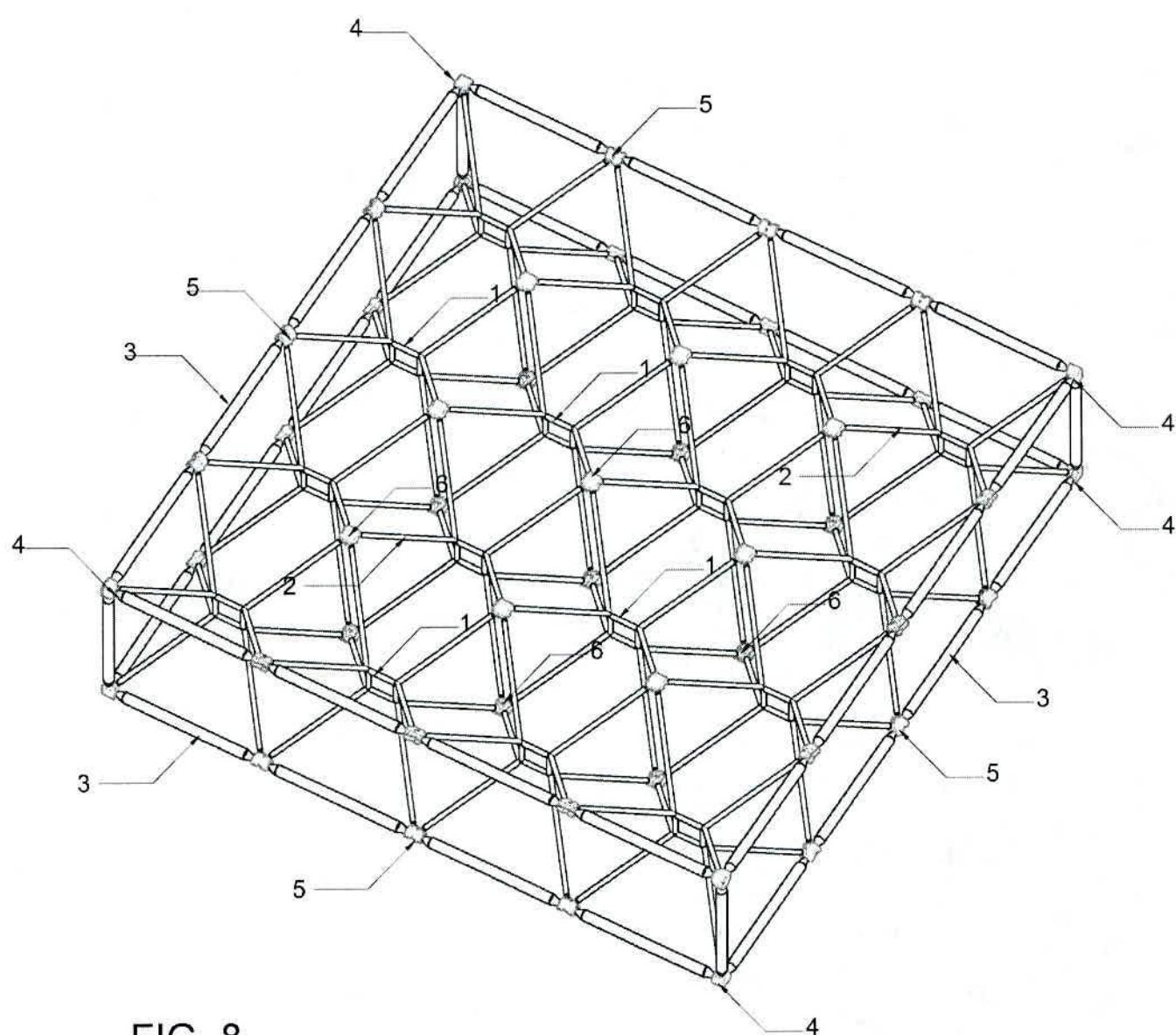


FIG. 8

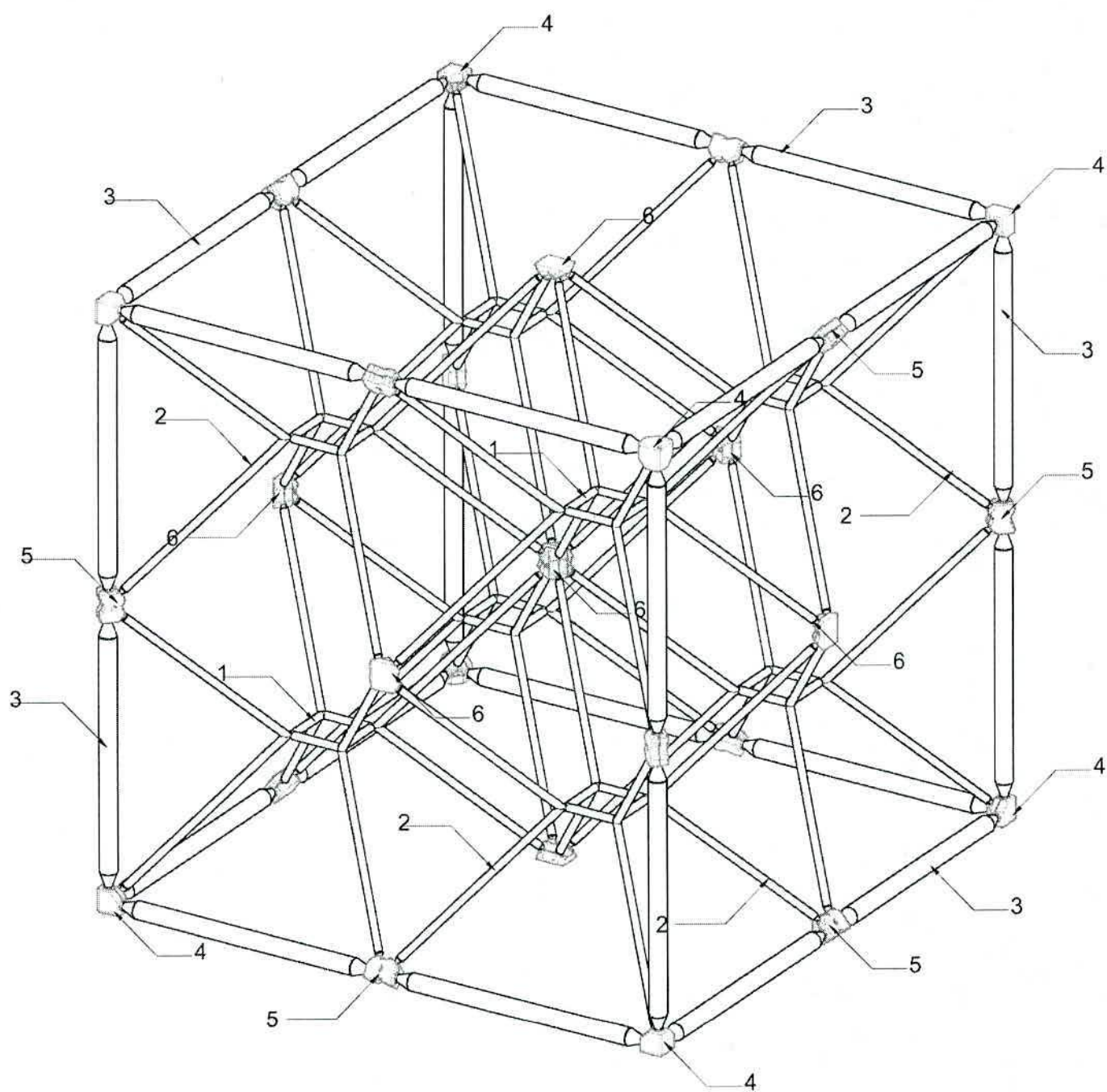


FIG. 9

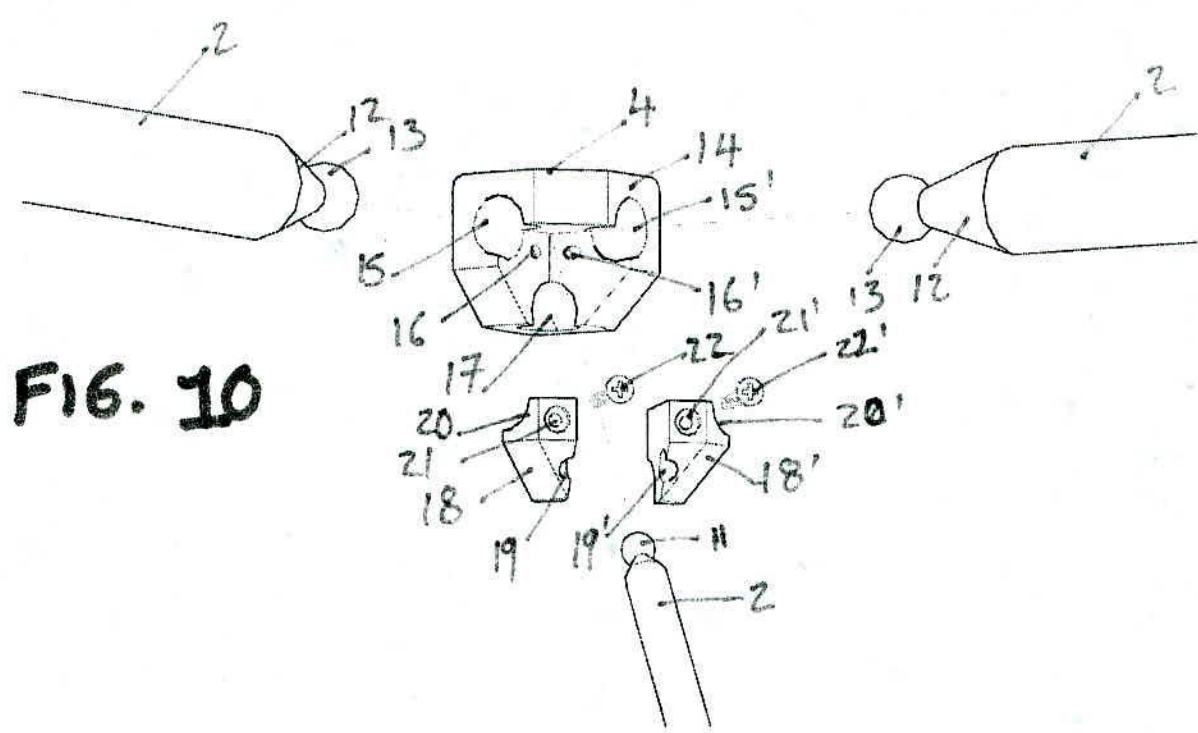


FIG. 10

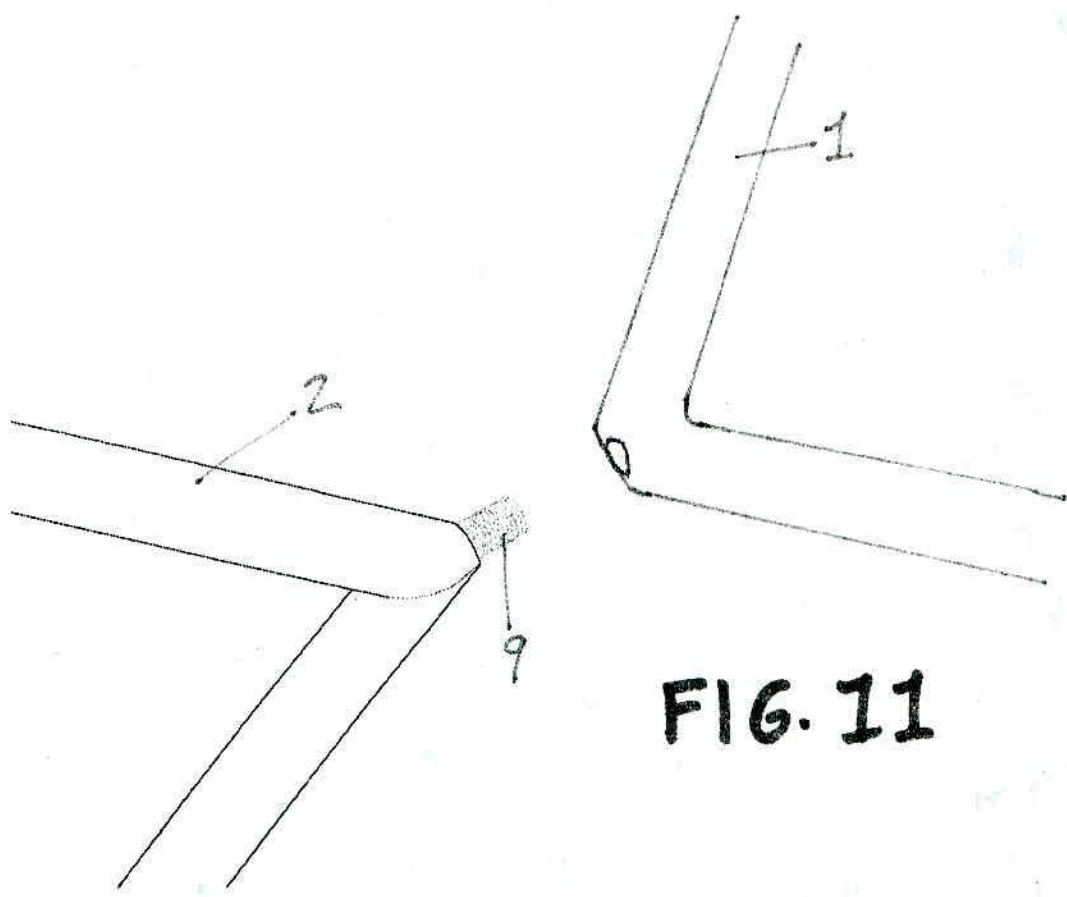


FIG. 11

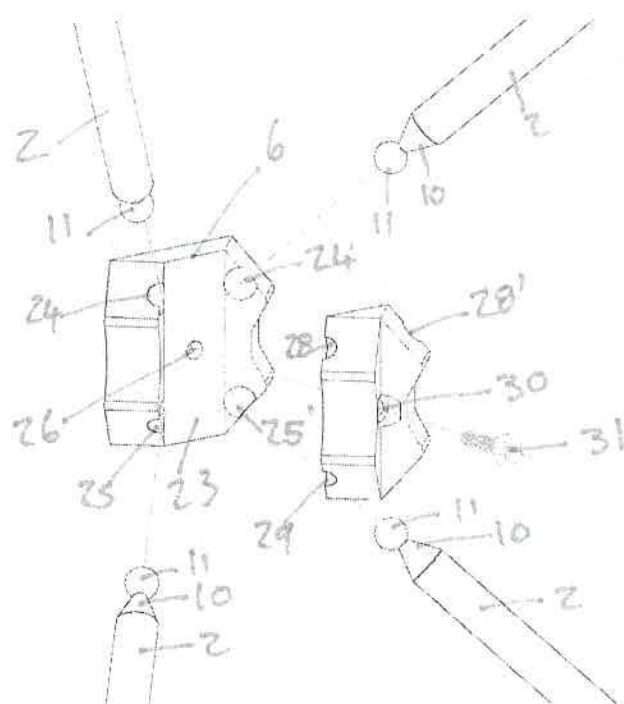


FIG. 12

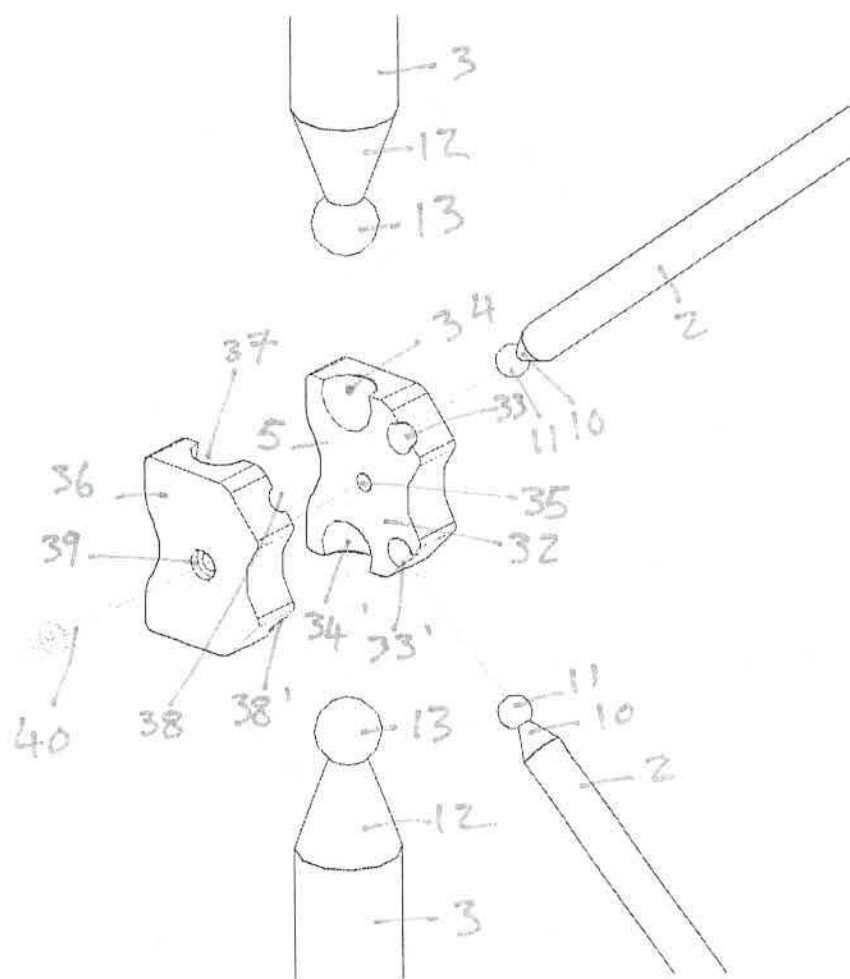


FIG. 13

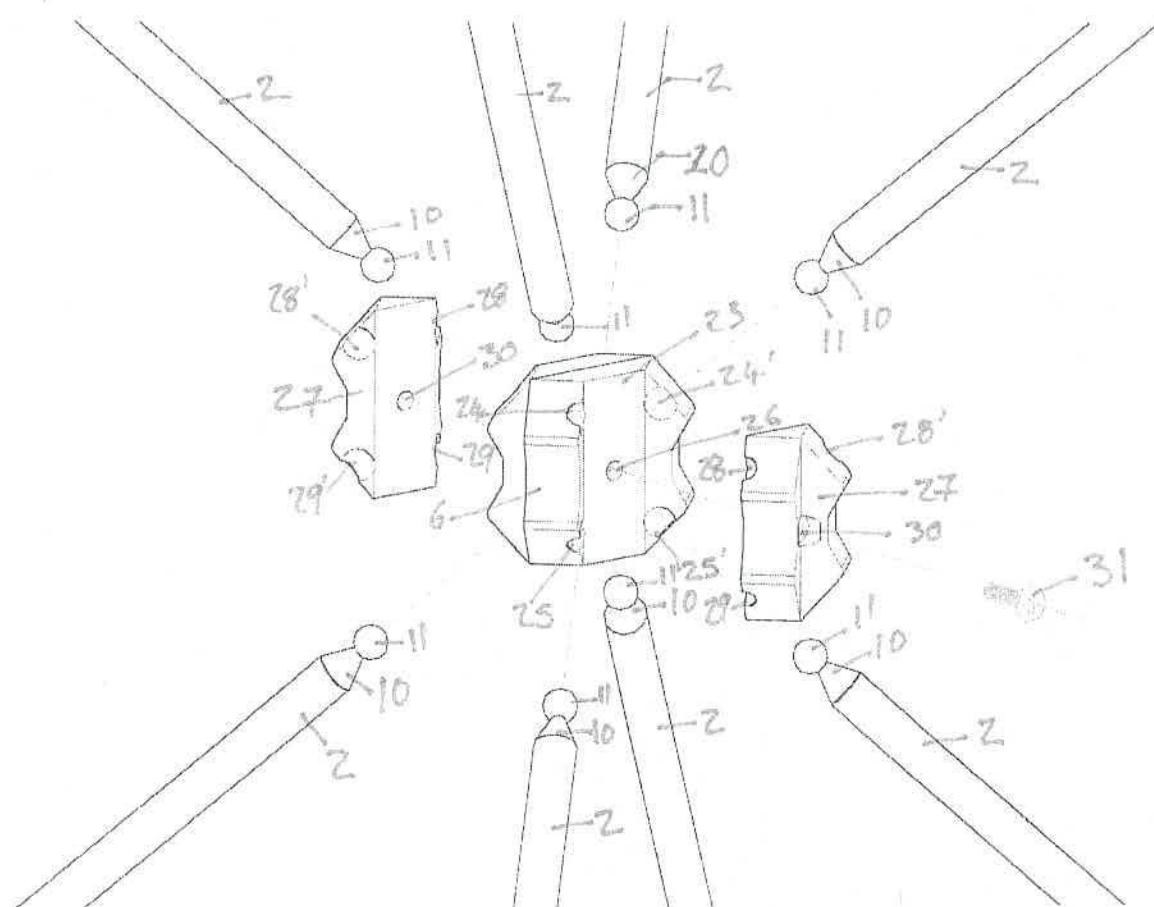


FIG. 14