

Bogotá D.C. Julio 24 de 2018

Señores

Superintendencia de Industria y Comercio

Por medio de la presente hago entrega del requerimiento de las aclaraciones recibidas en el oficio No. 6334 de la Superintendencia de Industria y Comercio, sobre el examen de fondo de patente de invención con expediente No. NC2016/0001555.

En respuesta al punto correspondiente al estado de la técnica descrito en el oficio No. 6334, no hay un marco de comparación objetivo frente a D1 debido a que la geometría de las piezas longitudinales de dicha invención se desarrollan en las caras perimetrales de un soporte con forma de cubo, más no emplean una ubicación espacial de estas piezas hacia el centro geométrico del mismo, constituyendo otra forma estructural ajena al objeto de la invención presentada en la solicitud de patente del expediente ya mencionado. Adicionalmente sobre el mismo punto del estado de la técnica en el caso de D2, si bien existen las ocho aristas, el resultado final es notoriamente distinto en cuanto al interior del cubo que conforma el arrecie artificial, se genera otro cubo, cuyas caras se encuentran extruidas, por tanto la invención resultante se trata de un elemento con mayor número de piezas y mayor robustez de las mismas en proporción a toda la estructura. Por el contrario en la invención aquí presentada al interior de la figura del cubo se generan ocho aristas y una figura en forma de anillo cuadrado ubicado en el centro geométrico, y la totalidad de la estructura posee propiedades de eficiencia, emplea menor cantidad de piezas y por ende de material. Por tanto no se puede concluir que tomando como referencia las características de D1 y las de D2, sea obvio el resultado de la invención presentada en el expediente No. NC2016/0001555 ya que posee características particulares, que además de la geometría empleada, para su funcionamiento, requiere el empleo de nodos rígidos y nodos articulados al mismo tiempo, lo cual se indica en las reivindicaciones.

Se adjuntan los siguientes documentos: resumen, descripción de la invención, reivindicaciones y figuras.

Atentamente,



Melisa Gálvez Bohórquez

CC. 1015394327

RESUMEN

El objeto de la invención presentada consiste en una estructura de marcos espaciales, con la capacidad de resistir cargas, conformada por barras y nodos que se interconectan. La novedad de la invención radica en el empleo de una geometría por primera vez aplicada al sistema de 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 aplicada al diseño de la estructura de marcos espaciales presentada, proporciona la capacidad de resistir cargas; la estructura es rígida ante la aplicación de cargas estáticas y dinámicas; no sufre grandes deformaciones ni grandes desplazamientos; y emplea menor cantidad de material que otras tipologías de marcos espaciales.

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.

DESCRIPCIÓN 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 por naturaleza; adoptan formas optimizando 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 de marcos espaciales se conforma por una unidad mínima cuyo conjunto de elementos (barras y nodos interconectados) posee la capacidad de resistir cargas, la cual se denomina módulo básico. 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 (1) y las barras con posición diagonal (2), 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 (4) (5) (6) agrupan una cantidad de entre cuatro a ocho barras, y sirven de unión entre las barras con posición diagonal (2) y las barras perimetrales de confinamiento (3); 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 (3) de confinamiento de la estructura corresponde a $L=1$; la longitud de las

barras con posición diagonal (2) 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 (1) corresponde a $0,2L$, y pueden variar en un rango entre $0,1L$ y $0,6L$. En caso de que la estructura soporte cargas livianas, las barras de confinamiento (3) podrán ser sustituidas por tensores.

Las barras de la estructura de marcos espaciales poseen los siguientes ángulos entre elementos: las barras interiores (1) que conforman un anillo, poseen ángulos de 90° entre sí y pueden llegar a variar en un rango de 15° ; las barras perimetrales (3) de confinamiento de la estructura poseen ángulos de 90° entre sí; las barras con posición diagonal (2) poseen ángulos de 83° entre sí y pueden llegar a variar en un rango de 15° ; el ángulo formado entre las barras interiores (1) que forman un anillo y las barras con posición diagonal (2) es de 122° , y puede llegar a variar en un rango de 15° ; y el ángulo formado entre las barras perimetrales de confinamiento y las barras con posición diagonal es de 56° , y puede llegar a variar en un rango de 7° . 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 aluminio, acero o aleaciones; 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 un módulo básico de la estructura. Se visualiza el centro geométrico del conjunto de elementos y los ángulos formados entre las barras.

FIGURA 2. Vista en alzado de un módulo básico de la estructura. Se visualiza el centro geométrico del conjunto de elementos y los ángulos formados entre las barras.

FIGURA 3. Axonometría isométrica de un módulo básico de la estructura

FIGURA 4. Axonometría de un módulo básico de la estructura. Se visualiza la medida de proporción de la longitud de las barras.

FIGURA 5. Axonometría explotada de un módulo básico de la estructura.

FIGURA 6. Axonometría de estructura vertical tipo columna.

FIGURA 7. Axonometría de estructura vertical de tipo muro.

FIGURA 8. Axonometría de estructura horizontal tipo placa.

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 perimetrales (3) de confinamiento de la estructura y una barra con posición diagonal (2).

FIGURA 11. Axonometría explotada de nodo empotrado, para la unión de barras las barras (1) que conforman un anillo y las barras con posición diagonal (2) por medio de los elementos (9) (8).

FIGURA 12. Axonometría explotada de nodo articulado, para la unión de cuatro extremos de barras con posición diagonal (2).

FIGURA 13. Axonometría explotada de nodo articulado, para la unión de cuatro extremos de barras, que incluyen dos barras perimetrales (3) de confinamiento de la estructura y dos barras con posición diagonal (2).

FIGURA 14. Axonometría explotada de nodo articulado, para la unión de ocho extremos de barras con posición diagonal (2).

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.

Las elementos (1) conforman las barras del marco cuadrado. Las elementos (2) conforman las barras con posición diagonal, que se agrupan en un número 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 (10) de las barras (3) y un extremo (11) de las barras (2). Los elementos (5) conforman los nodos articulados que reúnen dos extremos (10) 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 conformados por las barras interiores (1), para generar las uniones empotradas.

En los nodos (4) se deben encastrar las terminaciones esféricas (10 y 11); las piezas (4' y 4'') se deben encajar en la pieza (4) y se deben fijar con tornillos (7). En los nodos (5) se deben encastrar las terminaciones esféricas (11 y 10); la pieza (5') se debe ensamblar a la pieza (5) y se debe fijar con tornillo (7). En los nodos (6) se deben encastrar las terminaciones esféricas (11); la pieza (6') se debe ensamblar a la pieza (6) y se debe fijar con tornillo (7). Las terminaciones esféricas encastradas en los orificios de los nodos generan uniones articuladas.

REIVINDICACIONES

1. Estructura de marcos espaciales compuesta por barras y nodos, con capacidad para resistir cargas estáticas y dinámicas con eficiencia. La geometría aplicada al objeto presentado proporciona una innovación en este tipo de estructuras. La agrupación mínima de elementos requeridos para que los marcos espaciales cumplan su función estructural, se basa en un módulo básico que posee las siguientes características:
 - a. La geometría se compone por un conjunto de barras perimetrales (3) que conforman la figura de un cubo, un conjunto de barras interiores (1) que conforman un anillo ubicado en el centro geométrico del cubo, y un conjunto de 8 barras (2) con ubicación diagonal que cumplen la función de conectar a las barras perimetrales (3) con las barras interiores (1).
 - b. La estructura utiliza dos tipos de nodos al mismo tiempo, correspondientes a nodos articulados con 6 grados de libertad (4) empleados en las uniones perimetrales, y nodos empotrados con 0 grados de libertad, empleados en las al interior del módulo básico.
2. Partiendo de la reivindicación 1, la repetición espacial continua en dirección horizontal y/o dirección vertical, del módulo básico descrito, permite la generación de estructuras de marcos espaciales de mayor tamaño y mayor número de formas.
3. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, el grupo de elementos de barras perimetrales (3) se caracteriza por:
 - a. Las barras (3) se ubican perimetralmente confinando la estructura.
 - b. Las barras perimetrales (3) son elementos longitudinales que poseen dos extremos, cada uno de los cuales se conecta a un nodo articulado (4) (5) (6).
 - c. La longitud de las barras perimetrales (3) corresponde a $L=1$.
 - d. Entre las barras perimetrales (3) se genera un ángulo de 90° .
 - e. El ángulo que se genera entre las barras perimetrales (3) y las barras con posición diagonal (2) es de 56° , el cual podrá variar en un rango de 7° .
 - f. Las barras perimetrales (3) pueden ser remplazadas por tensores, según las cargas soportadas por la estructura.
4. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, el grupo de elementos de barras interiores (1) se caracteriza por:
 - a. Se agrupan cuatro barras (1) conformando un anillo cuadrado que se ubica al interior del módulo básico, en el centro geométrico de este. El anillo podrá variar de forma siempre que cumpla con poseer cuatro nodos empotrados, equidistantes entre sí.
 - b. Las barras interiores son elementos longitudinales que poseen dos extremos, uno de los cuales se conecta a un nodo articulado (4) (5) (6), mientras el otro extremo se conecta a un nodo empotrado interior (8) (9).
 - c. La longitud de las barras interiores (1) corresponde a $0,2L$ con respecto a las barras perimetrales (3), y podrá variar en un rango entre $0,1L$ y $0,6L$.
 - d. Entre las barras interiores (1) se genera un ángulo de 90° , y podrá variar en un rango de 15°
 - e. El ángulo que se genera entre las barras interiores (1) y las barras con posición diagonal (2) es de 122° , el cual podrá variar en un rango de 15° .

5. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, el grupo de elementos de barras diagonales (2) se caracteriza por:
 - a. En un módulo básico existen ocho barras longitudinales (2) con ubicación diagonal con respecto a las barras perimetrales (3), que se interconectan en los extremos a las barras (1) y a las barras (3).
 - b. Las barras diagonales (2) son elementos longitudinales que poseen dos extremos, unos de los cuales se conecta a nodos articulados (4) (5) (6), mientras el otro extremo se conecta a un nodo rígido interior (8) (9).
 - c. La longitud de las barras diagonales (2) corresponde a $0,75 L$ con respecto a las barras perimetrales (3), y podrá variar en un rango entre $0,6L$ y $0,8L$.
 - d. Entre las barras diagonales (2) se genera un ángulo de 83° que podrá variar en un rango de 15° .
 - g. Entre las barras diagonales (2) y las barras interiores (1) se genera un ángulo de 122° , y podrá variar en un rango de 15° .
 - h. Entre las barras diagonales (2) y las barras perimetrales (3) se genera un ángulo de 56° , y podrá variar en un rango de 7° .
 - i. Las ocho barras con posición diagonal (2) ubicadas dentro de un módulo básico pueden ser agrupadas en un número de dos unidades para conformar cuatro piezas.
6. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, los nodos articulados (4) se caracterizan por:
 - a. Los nodos articulados (4) se ubican en las esquinas de las estructuras generadas con el sistema de marcos espaciales y sirven para interconectar los extremos (10) de tres barras perimetrales (3) y los extremos (11) de una barra diagonales (2).
 - b. Los nodos articulados (4) poseen 6 grados de libertad.
 - c. Los nodos articulados (4) pueden variar en su forma pero la función y el número de barras que conectan se mantienen.
7. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, los nodos articulados (5) se caracterizan por:
 - a. Los nodos articulados (5) se ubican en el perímetro de las estructuras generadas con el sistema de marcos espaciales, y sirven para interconectar los extremos (10) de dos barras perimetrales (3) y los extremos (11) de dos barras diagonales (2).
 - b. Los nodos articulados (5) poseen 6 grados de libertad.
 - c. Los nodos articulados (5) pueden variar en su forma pero la función y el número de barras que conectan se mantienen.
8. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, los nodos articulados (6) se caracterizan por:
 - d. Los nodos articulados (6) se ubican en el perímetro de las estructuras generadas con el sistema de marcos espaciales, y sirven para interconectar los extremos (11) de cuatro barras diagonales (2).
 - e. Los nodos articulados (6) poseen 6 grados de libertad.
 - f. Los nodos articulados (6) pueden variar en su forma pero la función y el número de barras que conectan se mantienen.

- g. Para lograr la unión de los extremos (11) de ocho barras (2) en una misma unión, se deben emplear dos nodos articulados (6) unidos entre sí.
9. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, los nodos que unen a las barras diagonales (2) con las barras interiores (1) deben ser empotrados, como se logra con la unión entre los extremos (9) de las barras diagonales (2) y los extremos (8) de las barras interiores (1).
10. Las estructuras de marcos espaciales reclamadas en las reivindicaciones 1 y 2 pueden ser fabricadas en los siguientes materiales:
- a. Metales
 - b. Fibras de origen vegetal
 - c. Polímeros y resinas

FIGURAS

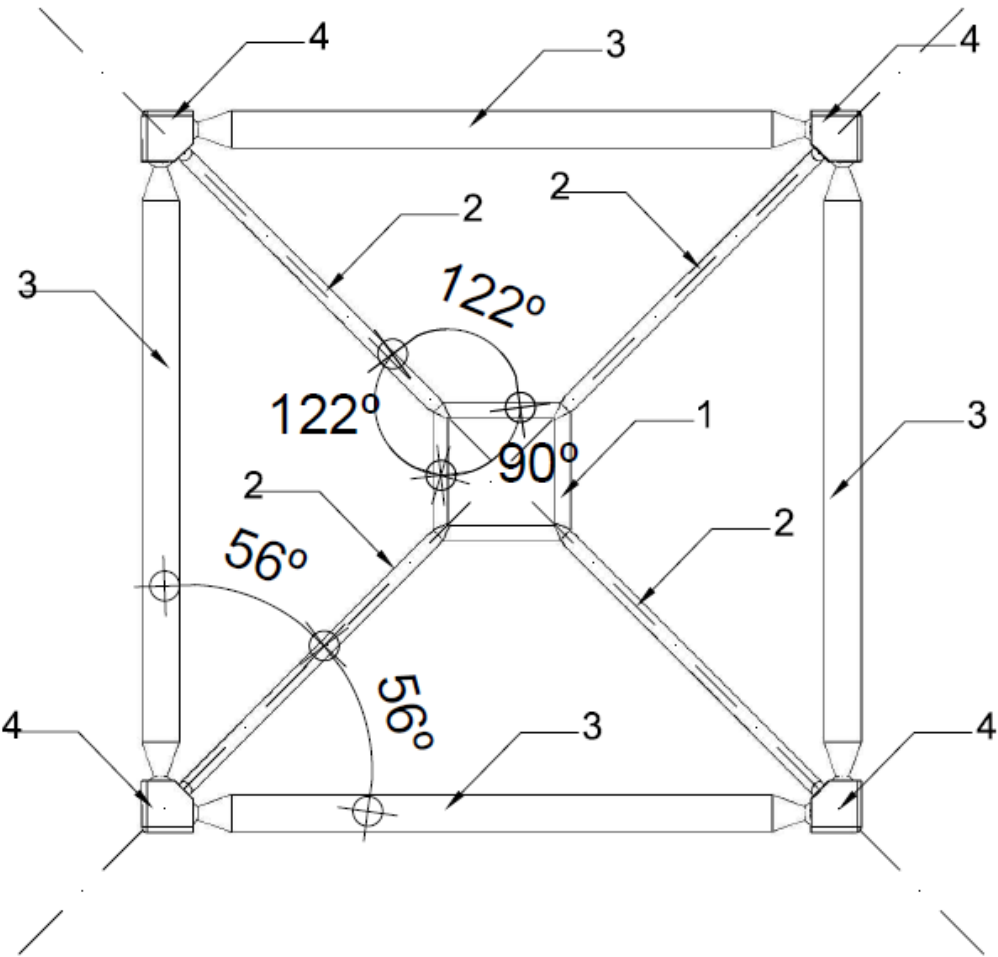


FIG. 1

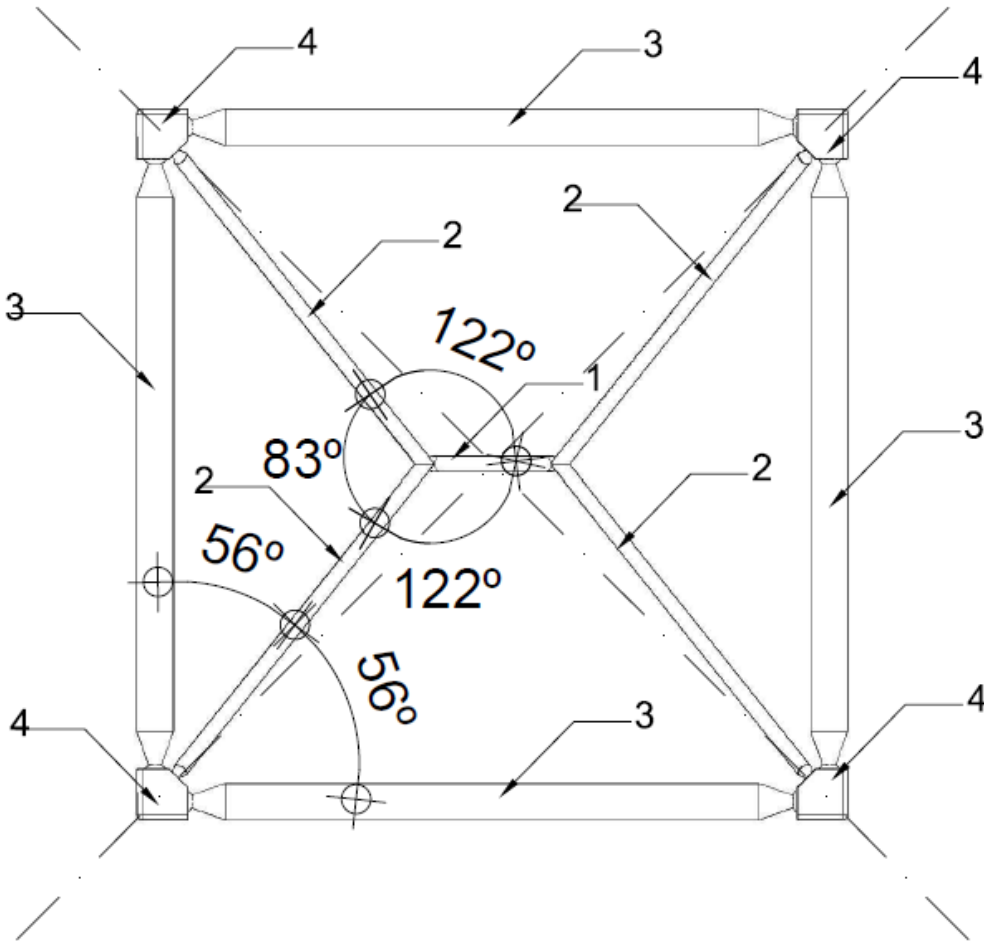
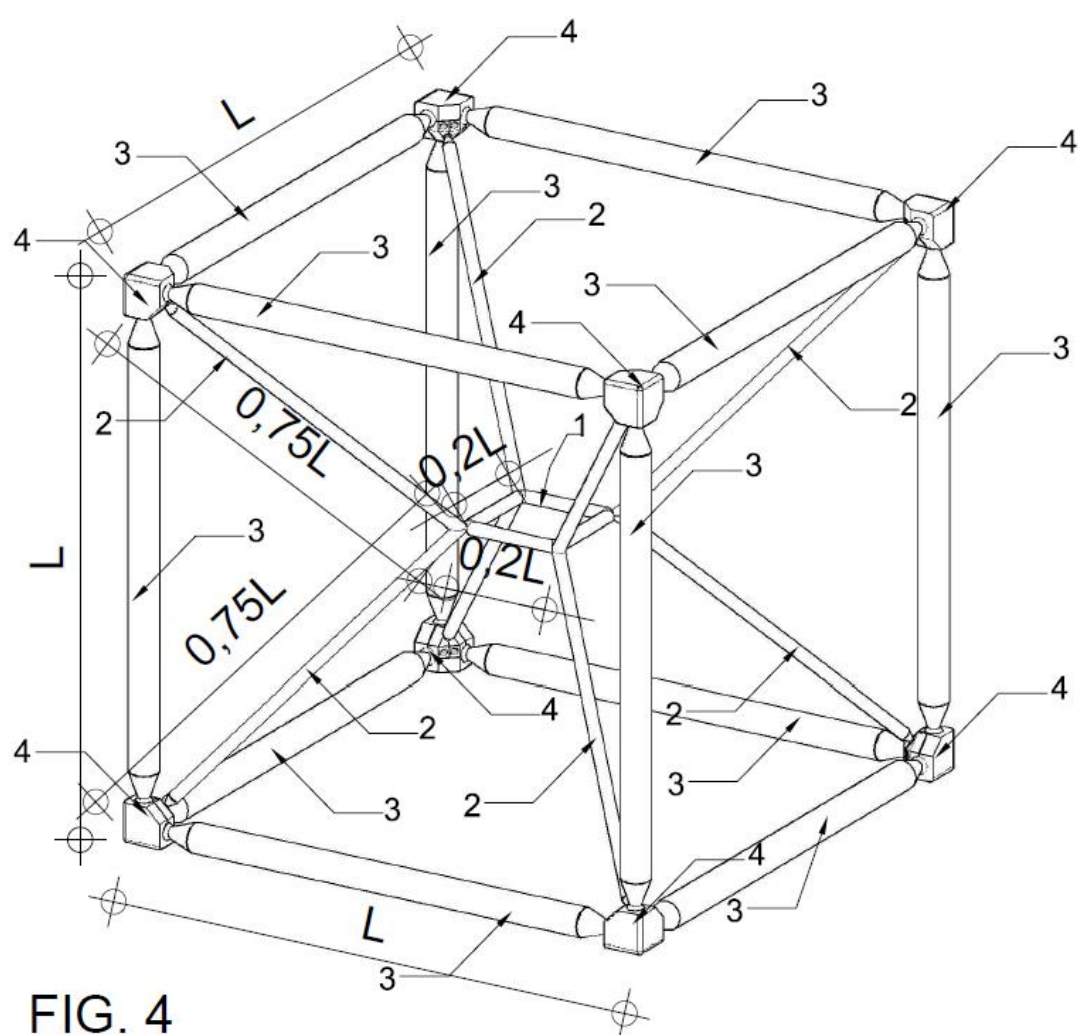
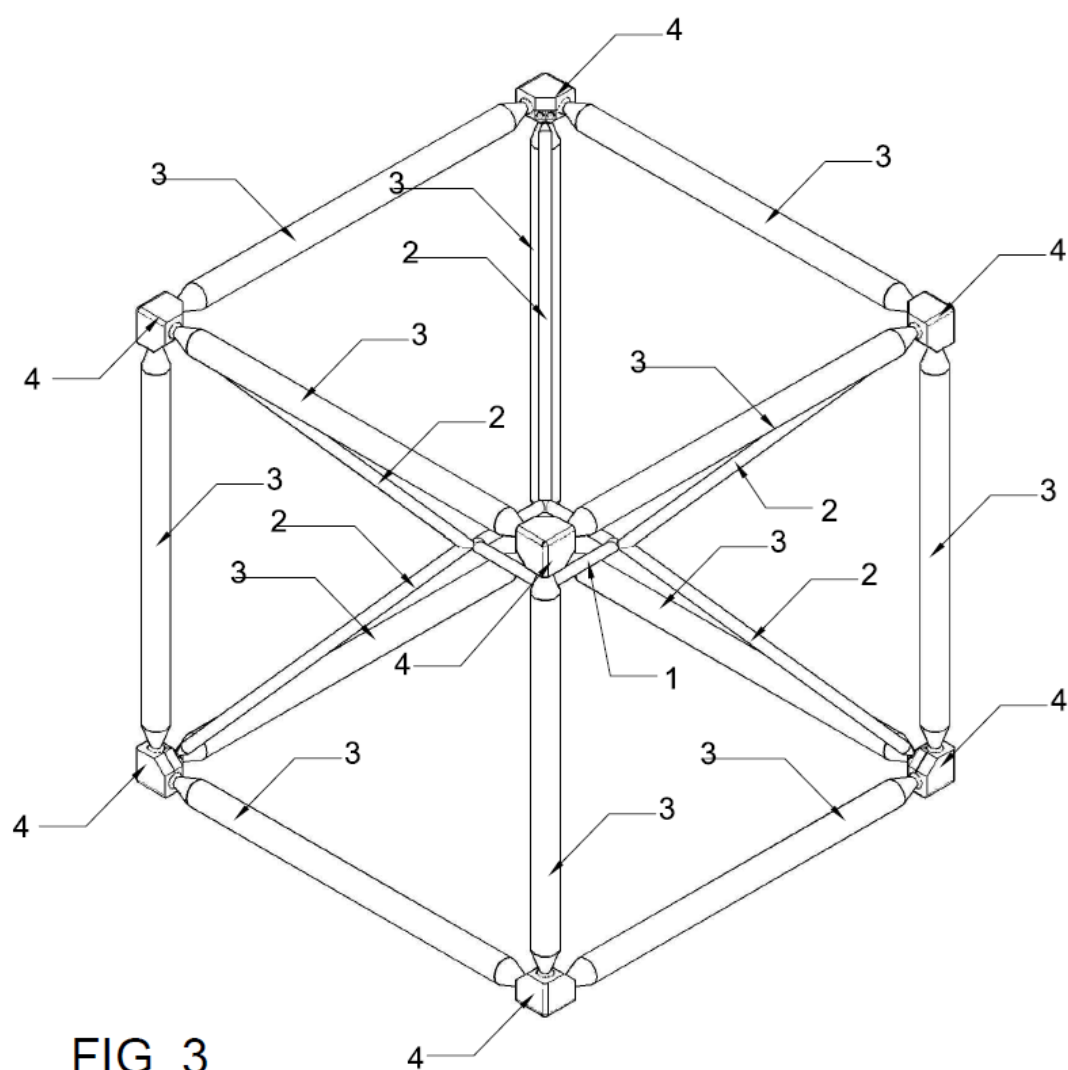


FIG. 2



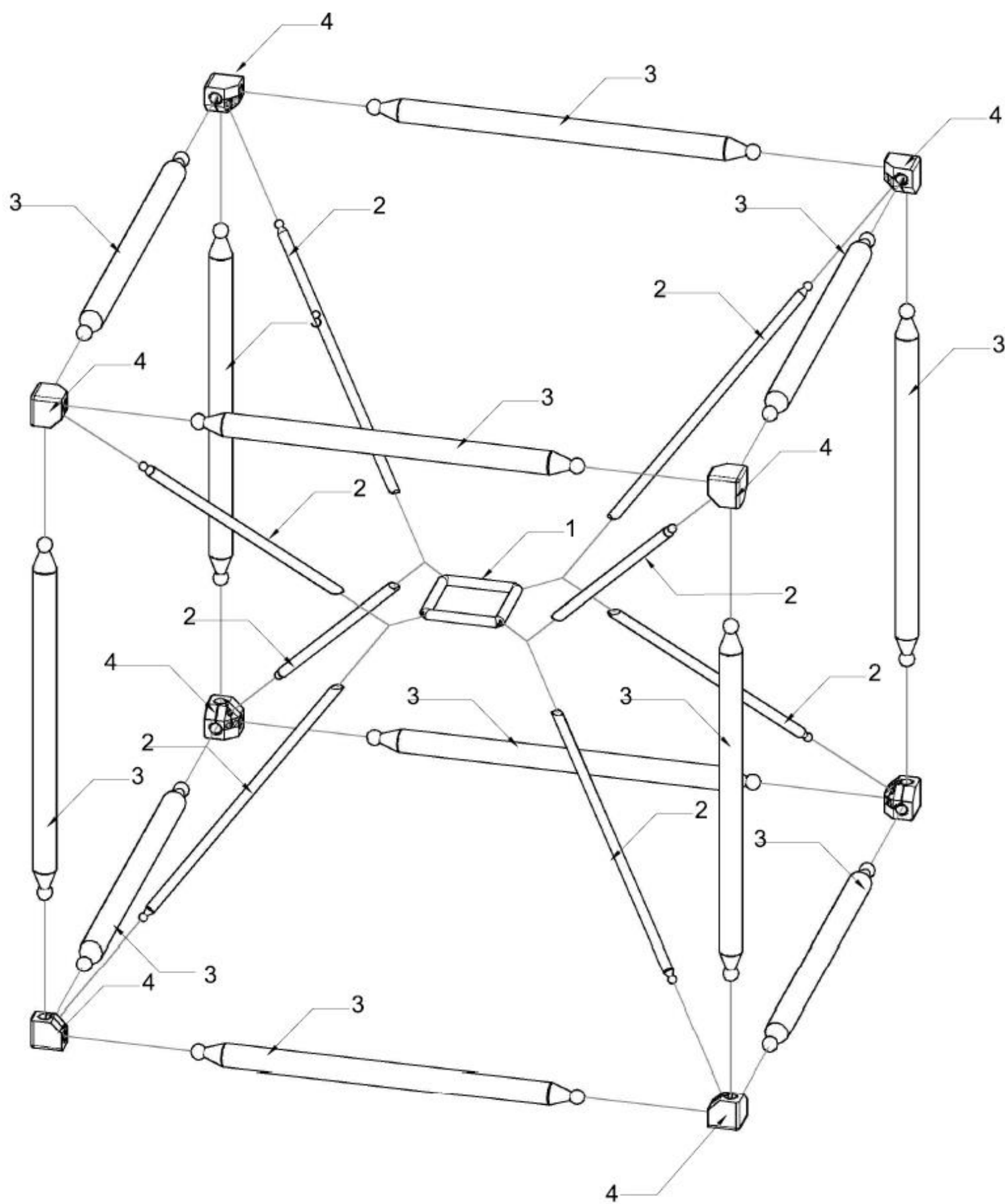


FIG. 5

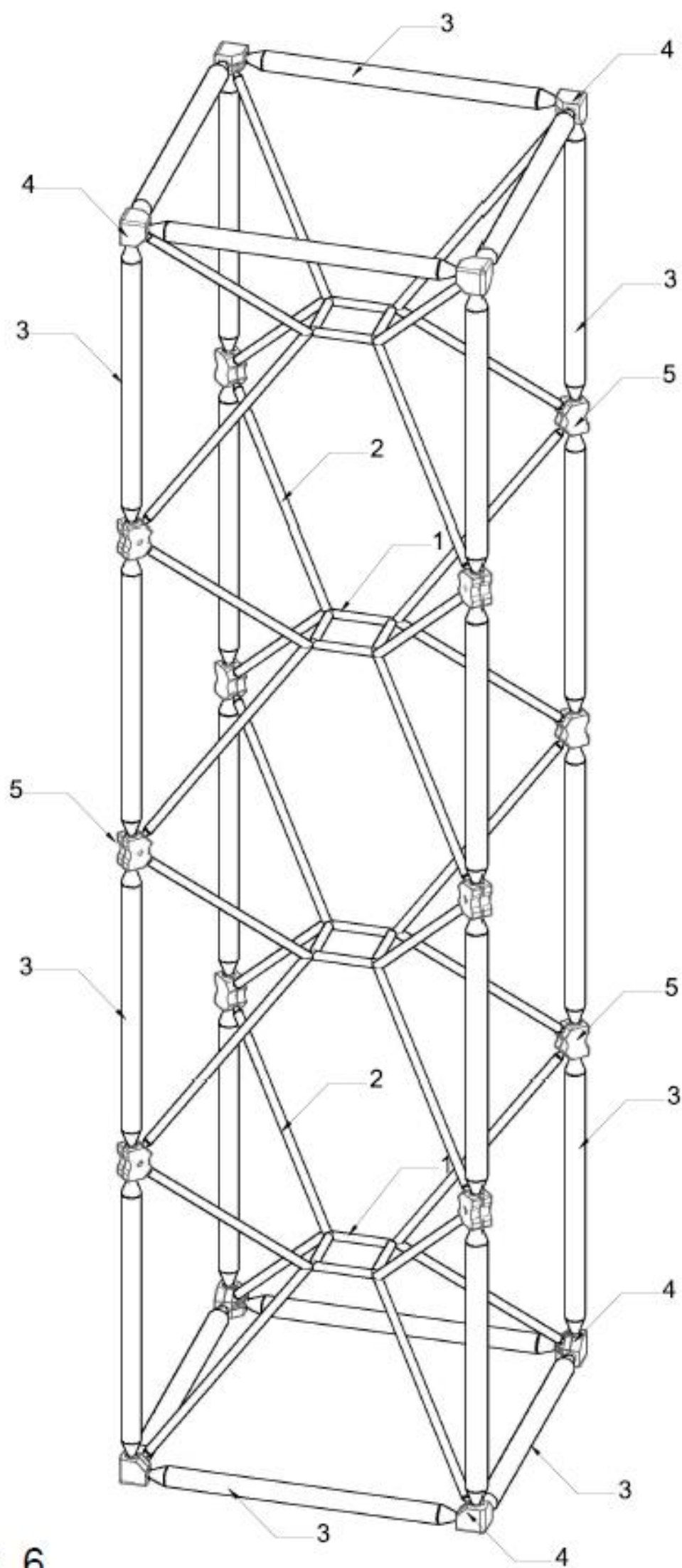
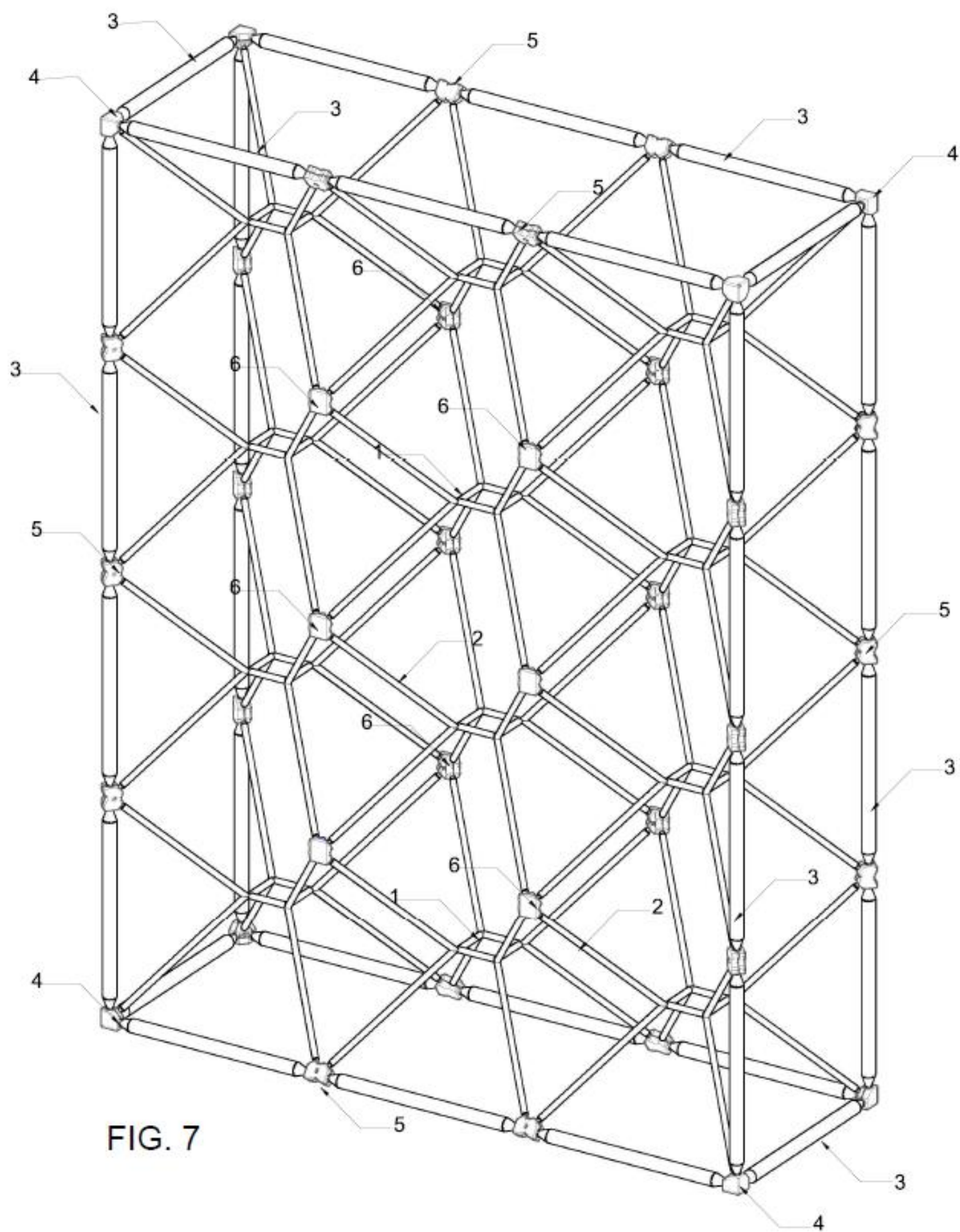


FIG. 6



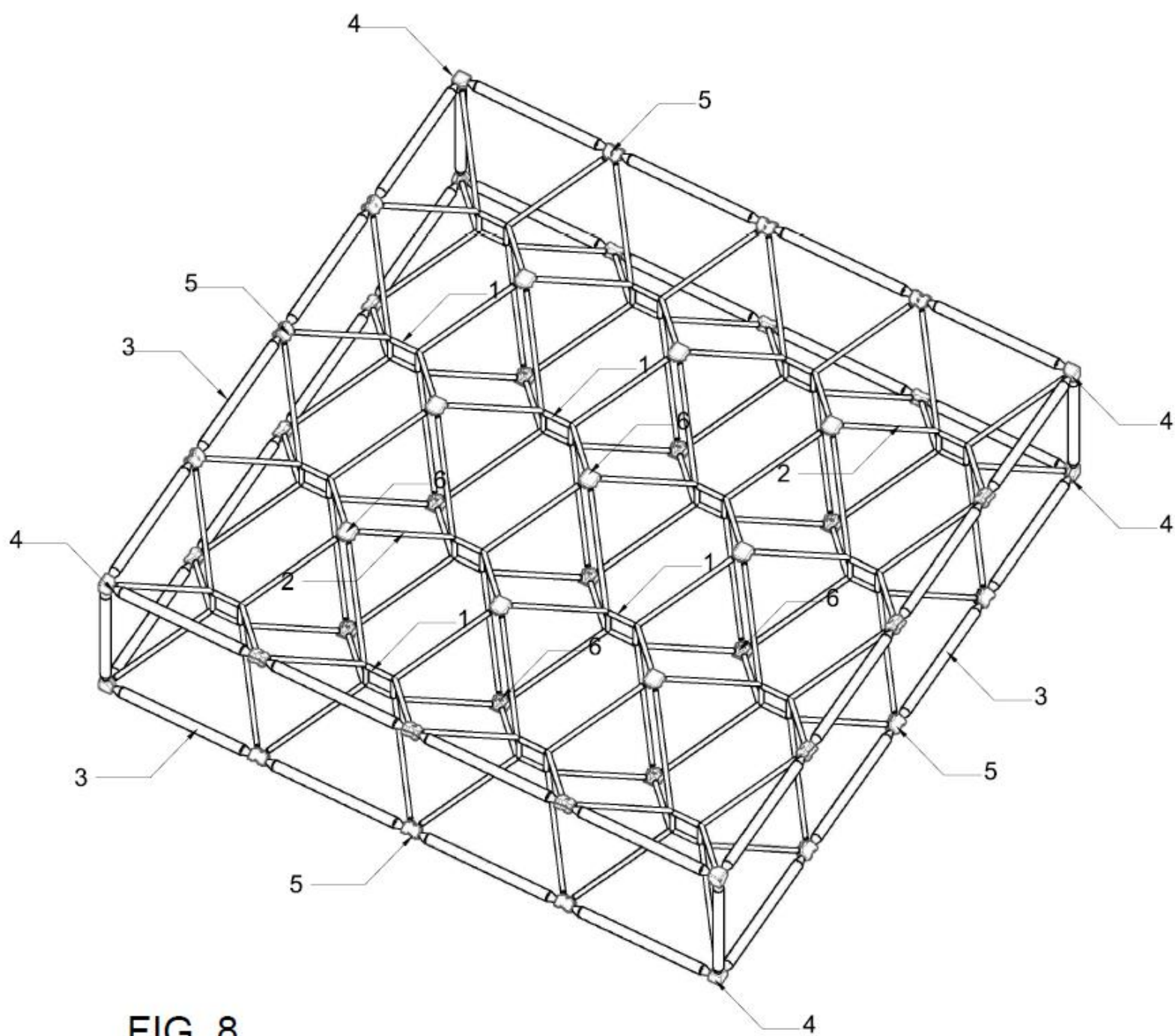


FIG. 8

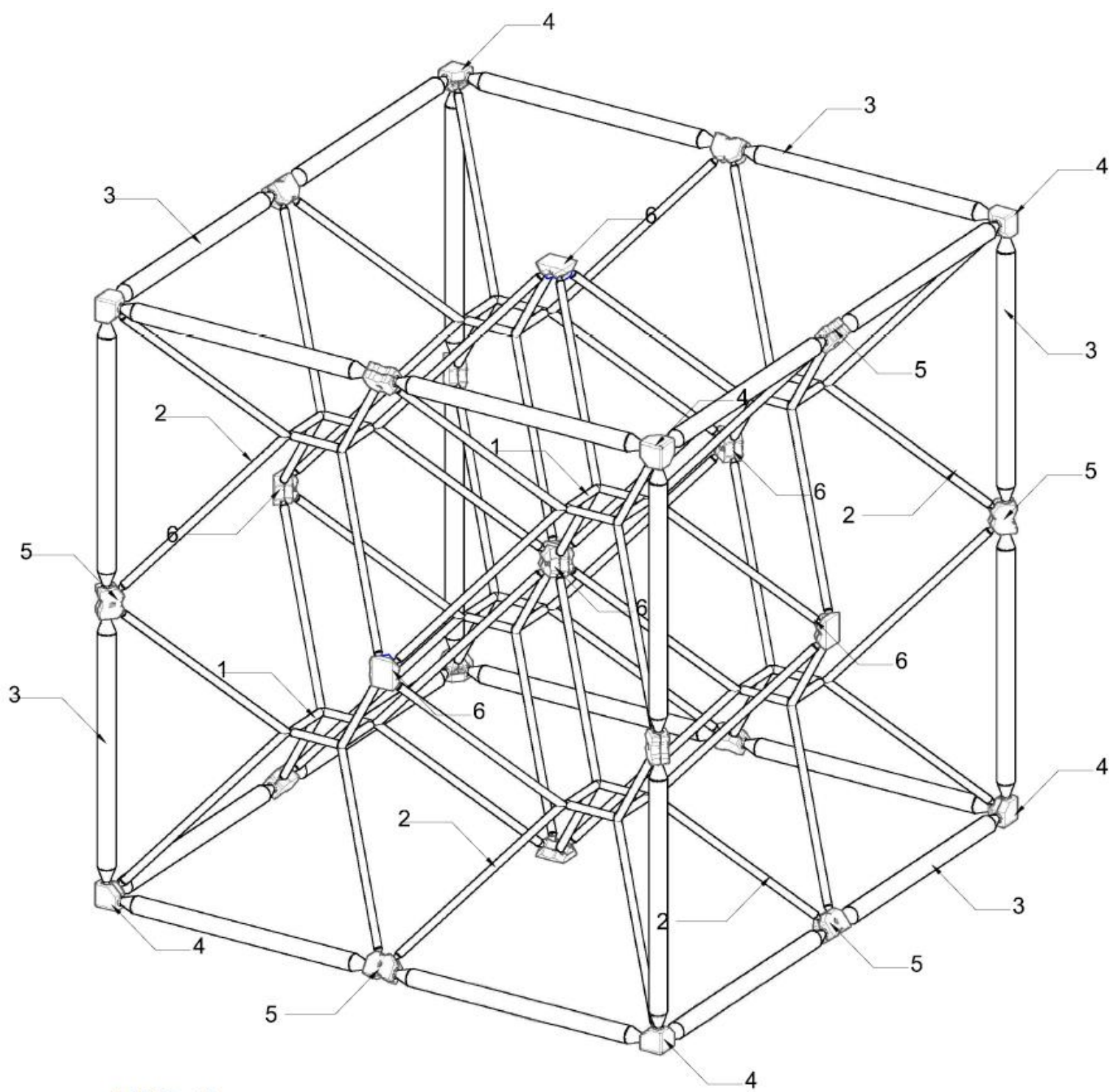


FIG. 9

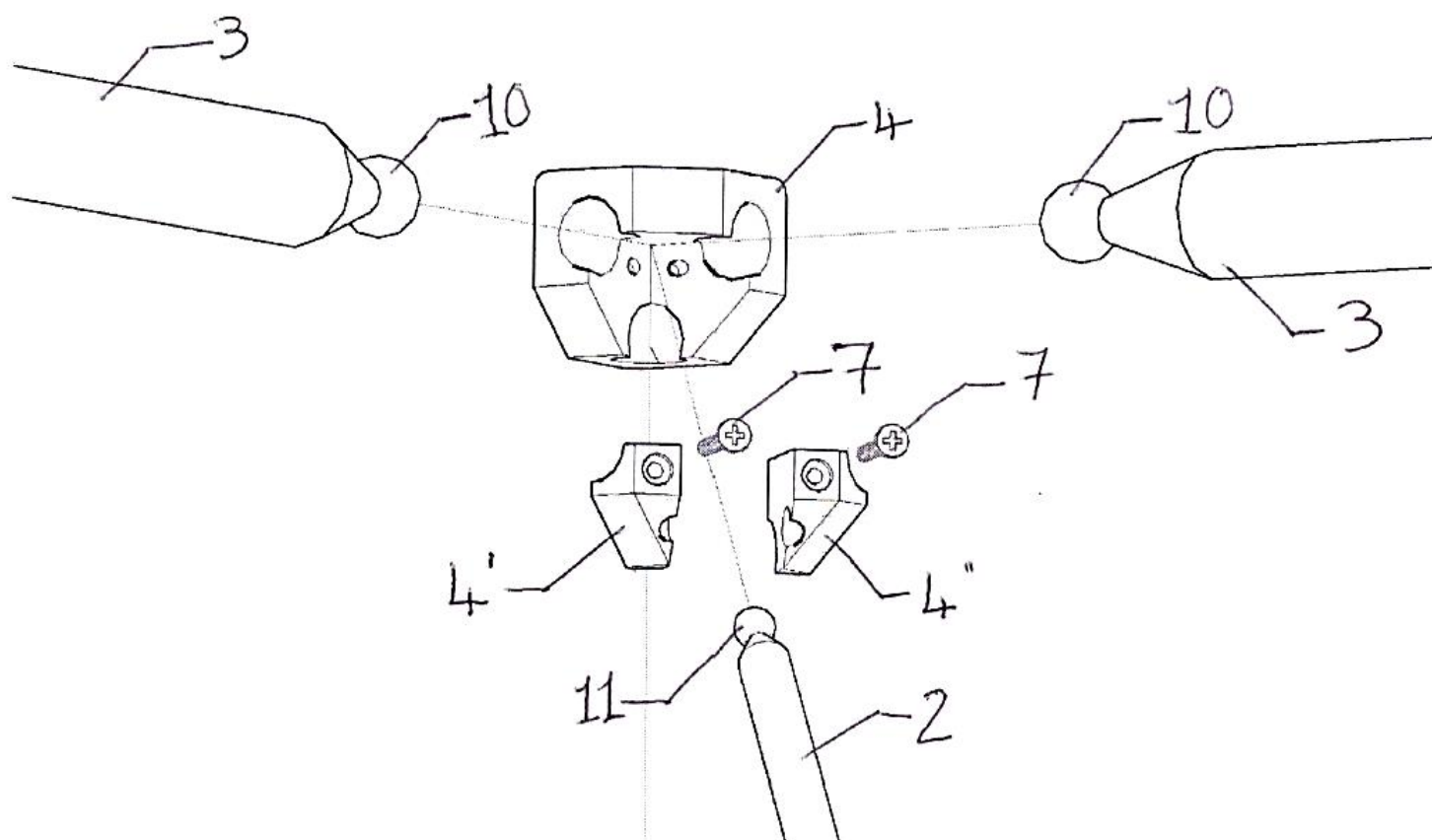


FIG. 10

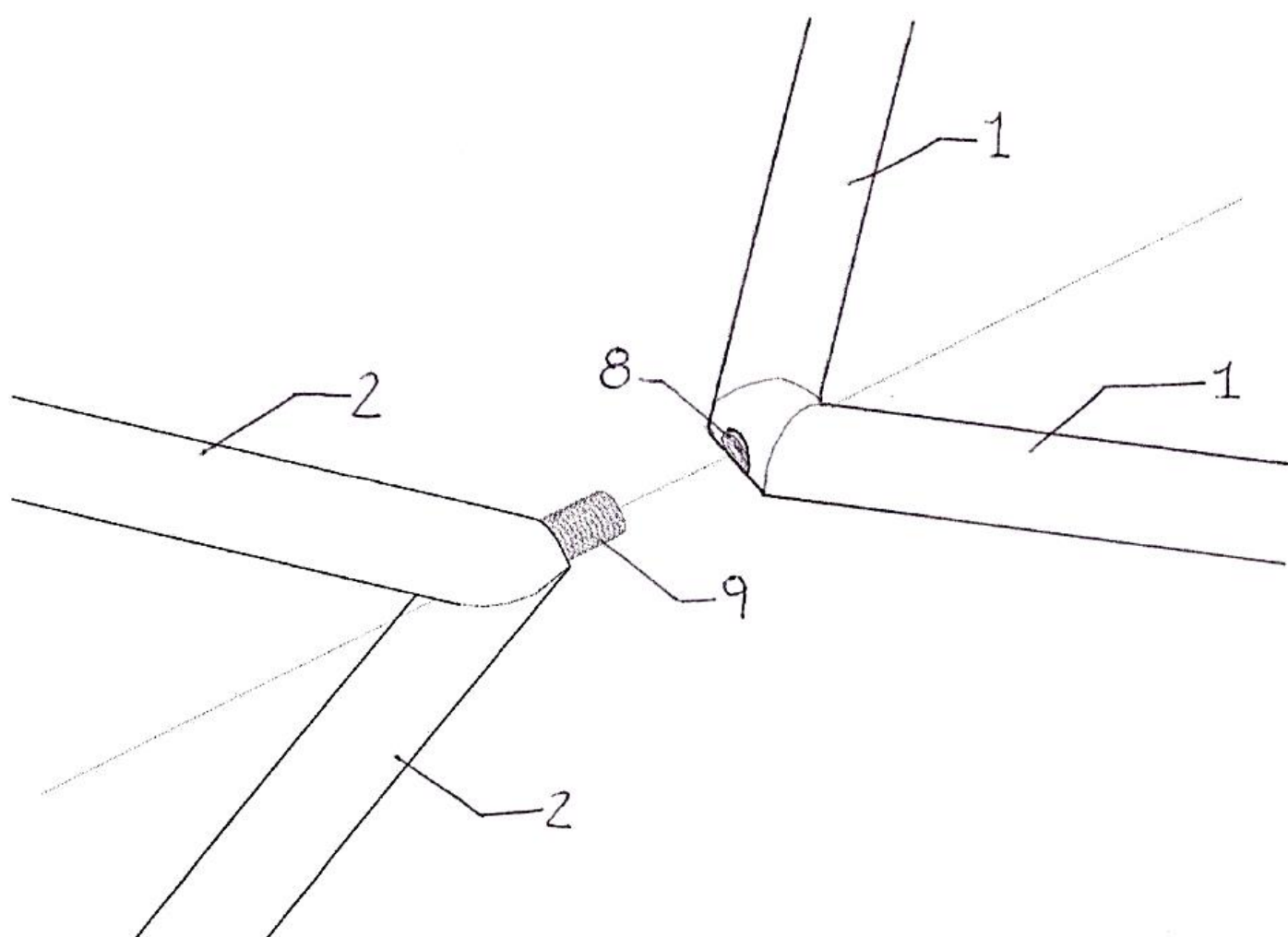


FIG. 11

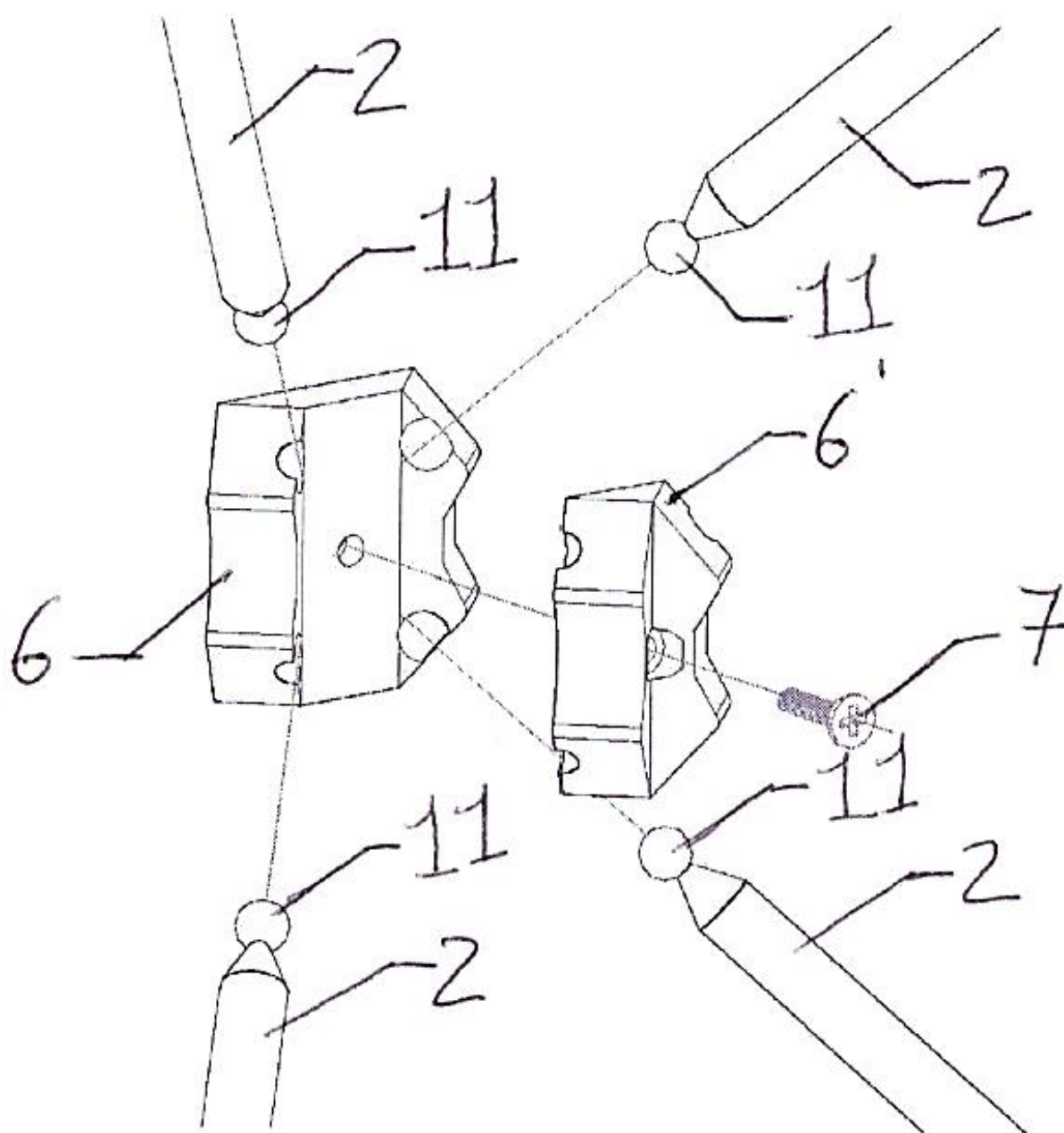


FIG. 12

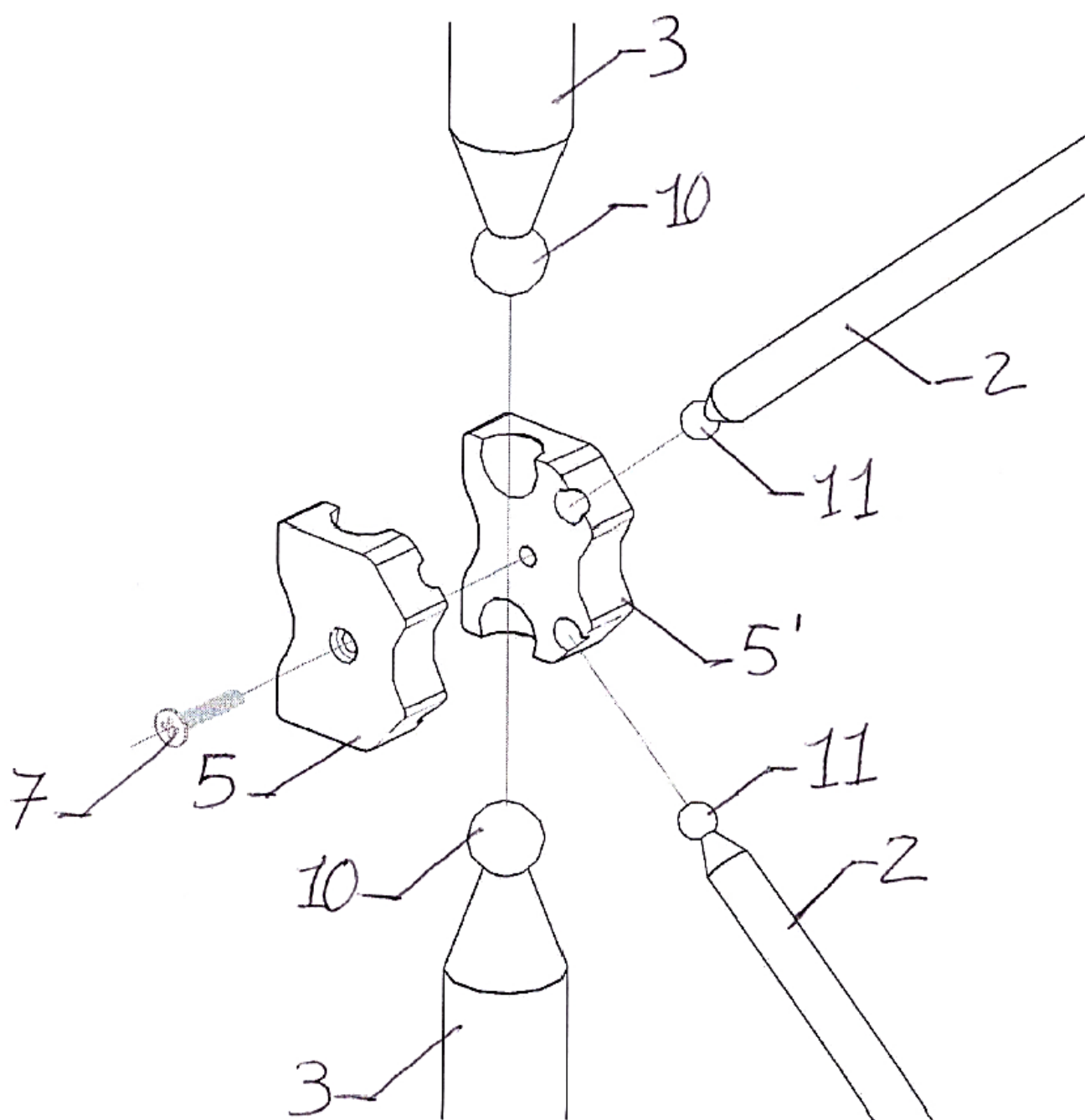


FIG. 13

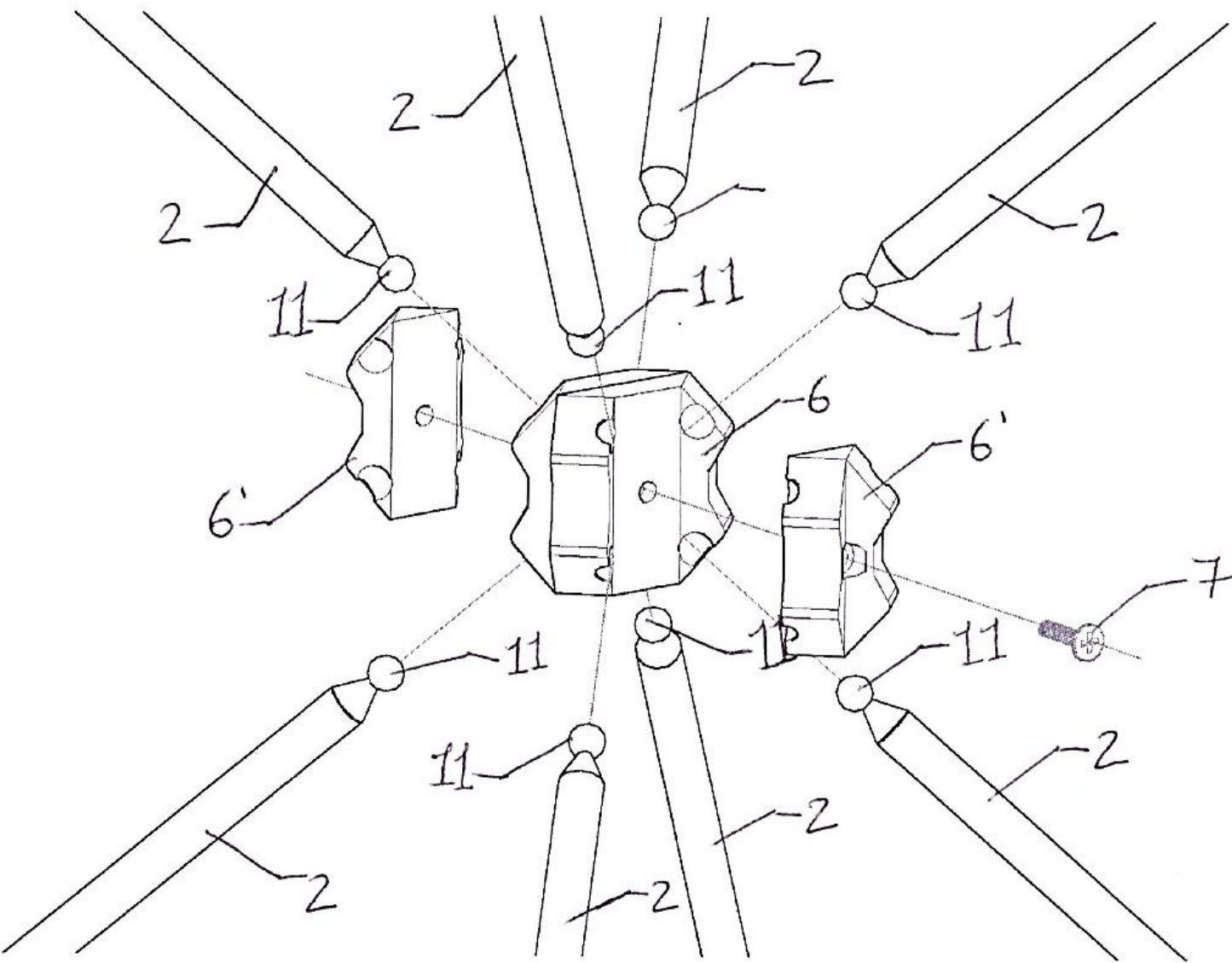


FIG. 14