

Даний винахід стосується об'ємного конструкційного елемента з підвищеною несучою здатністю на одиницю маси. Конкретніше, даний винахід стосується конструкційного елемента з багатьма спіральними компонентами, обвитими навколо поздовжньої осі, причому ці компоненти мають прямі ділянки, жорстко з'єднані кінцями.

Пошуки конструктивно ефективних конструкцій в області цивільного будівництва, механічних споруд та авіаційно-космічної техніки продовжуються. Ефективна фермоподібна конструкція - це конструкція з високим відношенням міцності до ваги та/або високим відношенням жорсткості до ваги. Ефективну фермоподібну конструкцію також можна охарактеризувати як відносно недорогу конструкцію, яку легко виготовляти та збирати без втрат матеріалу.

Ферми - це, як правило, стаціонарні, повністю зв'язані конструкції, призначені нести навантаження. Вони складаються з прямих елементів, з'єднаних у вузлах на кінці кожного елемента. Елементи є двосиловими, причому сили спрямовані вздовж елемента. Двосилові елементи можуть створювати тільки осьові сили, наприклад розтяжні та стискні, в елементі. Ферми часто використовують в будівництві мостів та споруд. Ферми призначені нести навантаження, які діють в площині ферми. Тому ферми часто розглядають та аналізують як плоскі конструкції. Найпростіша плоска ферма складається з трьох елементів, з'єднаних кінцями так, щоб утворювався трикутник. Послідовно додаючи два елементи до такої простої конструкції і нове з'єднання, можна отримувати більші конструкції.

Найпростіша об'ємна ферма складається з шести елементів, з'єднаних кінцями так, що утворюється чотиригранник. Послідовно додаючи три елементи до такого чотиригранника і нове з'єднання, можна отримувати більші конструкції. Така об'ємна конструкція відома як просторова ферма.

Рами - це також, як правило, стаціонарні, повністю зв'язані конструкції, але, на відміну від ферм, вони мають принаймні один багатосиловий елемент з силою, яка не спрямована вздовж елемента. Станки - це конструкції, що містять рухомі органи і

призначені передавати та змінювати сили. Станки, як і рами, включають принаймні один багатосиловий елемент. Багатосиловий елемент може створювати не тільки розтяжні та стискні сили, а й зсувні та згинальні сили.

Традиційне проектування конструкцій обмежується одно- або двовимірним аналізом на протидію зосередженому навантаженню. Наприклад, двотаврові балки найкраще протидіють згинанню, а труби - крутінню. Обмеження аналізу конструкції до двох вимірів спрощує процес проектування, але не бере до уваги поєднання навантажень. Об'ємний аналіз складний через складність розробки концептуальної моделі та розрахунку тривимірних навантажень та конструкцій. На практиці ж багато конструкцій мають бути здатними протидіяти складним навантаженням. Для моделювання більш складних конструкцій сьогодні використовують комп'ютери.

Останні 20 років широко використовують композиційні конструкції. Типова удосконалена композиційна конструкція складається з зв'язувального матеріалу, зміцненої суцільними, високоміцними, дуже жорсткими, орієнтованими волокнами. Волокна можуть бути орієнтовані так, щоб досягти вигідної міцності та жорсткості в заданих напрямках та площинах. Спроектowana належним чином композиційна конструкція має декілька переваг порівняно з подібними металевими конструкціями. Композиційна конструкція може мати значно вищі відношення міцності до ваги та жорсткості до ваги, в результаті чого зменшується вага конструкції. Для створення конструкції, наприклад резервуару або колони, застосовують способи виготовлення, наприклад навивання волокон, які дозволяють виготовляти такі конструкції значно скоріше порівняно з виготовленням їх з металу. Композиційна конструкція, як правило, дає можливість замінити декілька металевих компонентів завдяки перевагам, що їх дає гнучкість виготовлення.

В патенті США №4137354, виданому 30 січня 1979 року Мейєсу (Mayes) та ін., описується циліндрична, "ізо-решітчаста" конструкція, яка має багато разів повторений ізометричний трикутник, утворений навиванням волокон аксіально та спіралью. Така решітка, однак, є трубчастою, а не плоскою чи прямою. Іншими словами, елементи є скривленими. Це зменшує міцність елементів на поздовжній згин порівняно з прямими елементами.

Тому виникла необхідність розробити конструкційний елемент з підвищеною несучою здатністю на одиницю маси, здатний витримувати складні навантаження.

Задачею даного винаходу є створення об'ємного конструкційного елемента з підвищеною несучою здатністю на одиницю маси.

Іншою задачею даного винаходу є створення конструкційного елемента, здатного витримувати складні навантаження.

Ще однією задачею даного винаходу є створення конструкційного елемента, придатного для армування бетону.

Ще однією задачею даного винаходу є створення конструкційного елемента, придатного для використання в таких конструкціях, як балки, консолі, опори, колони, прогони, тощо.

Ще однією задачею даного винаходу є створення конструкційного елемента, придатного для використання в архітектурі.

І ще однією задачею даного винаходу є створення конструкційного елемента, придатного для використання в механіці, наприклад для привідних валів.

Ці та інші задачі та переваги даного винаходу реалізовані в конструкційному елементі, що включає ряд спіральних компонентів, обвитих навколо поздовжньої осі. Спіральні компоненти мають прямі ділянки, які жорстко з'єднані кінцями з утворенням спіральної конфігурації.

У варіанті, якому віддається перевага, конструкційний елемент має принаймні дванадцять спіральних компонентів. Принаймні три з цих спіральних компонентів обвиті навколо осі в одному напрямку, а інші принаймні три зворотні спіральні компоненти обвиті в протилежному напрямку. Перші принаймні три спіральні компоненти мають спільну кутову орієнтацію і розташовані на однаковій відстані один від одного. Зворотні спіральні компоненти розміщені аналогічно, але з протилежною кутовою орієнтацією. Компоненти перетинаються в зовнішніх вузлах по периметру елемента та у внутрішніх вузлах. Якщо дивитись з боку осі, прямі ділянки компонентів виглядають як трикутник. Інші шість компонентів розміщені, як перші шість, але повернені відносно перших шести компонентів. Якщо дивитись з боку осі, елемент має вигляд двох трикутників, один з яких повернений відносно іншого, тобто елемент нагадує шестикутну зірку. Елемент також має вигляд великої

кількості трикутників, що знаходяться на відстані від осі по периметру елемента і утворюють багатогранник у внутрішній частині елемента. Компоненти перетинаються так, що утворюють зовнішні та внутрішні вузли. В даному варіанті всі компоненти мають спільну вісь.

До цієї конструкції можна додати додаткові елементи. Внутрішні осьові елементи перетинають компоненти у внутрішніх вузлах і паралельні осі. Зовнішні осьові елементи перетинають компоненти у зовнішніх вузлах і також паралельні осі. Елементи, розташовані по периметру, проходять між сусідніми зовнішніми вузлами перпендикулярно осі. Діагональні елементи проходять між зовнішніми вузлами по діагоналі відносно осі.

У варіанті, якому віддається перевага, три прямі ділянки виконані як спіральний компонент і роблять один оберт навколо осі, створюючи, таким чином, вигляд трикутника, якщо дивитись вздовж осі. Як варіант, спіральні компоненти можуть утворювати додаткові ділянки і вигляд інших багатогранників, якщо дивитись вздовж осі. В ще одному варіанті двадцять чотири спіральні компоненти створюють вигляд двох шестикутників, один з яких повернений відносно іншого, якщо дивитись з боку осі. Шість спіральних компонентів обвиті в одному напрямку, а шість інших, зворотних, спіральних компонентів обвиті в іншому напрямку. Решта дванадцять компонентів розташовані подібним чином, але повернені відносно перших дванадцяти.

В іншому варіанті, балкоподібний елемент має таку конфігурацію, як у варіанті, якому віддається перевага, але вісь перших шести компонентів зміщена відносно осі інших шести компонентів.

Хоча елемент можна виготовити з будь-якого матеріалу, для спіральної конфігурації його компонентів найбільше підходять композиційні матеріали. Волокна можна навивати навколо оправки, форма якої, як правило, відповідає формі спіральних фігур, з яких складений елемент. Це додає міцності елементу, тому що ділянки компонентів виконані з суцільних волокон.

Можна з'єднати два чи більше елементів, зкріплюючи їх у вузлах. Крім того, елемент можна покрити матеріалом, щоб створити враження суцільної конструкції або щоб захистити елемент або його вміст.

Ці та інші задачі, особливості, переваги та варіанти даного винаходу стануть зрозумілі спеціалістам з детального опису та супроводжуючих креслень.

Фіг.1 - перспективний вигляд варіанта запропонованого конструкційного елемента, якому віддається перевага.

Фіг.2 - вигляд з торця варіанта запропонованого конструкційного елемента, якому віддається перевага.

Фіг.3 - вигляд спереду варіанта запропонованого конструкційного елемента, якому віддається перевага.

Фіг.4 - вигляд збоку варіанта запропонованого конструкційного елемента, якому віддається перевага.

Фіг.5 - вигляд спереду запропонованого конструкційного елемента з однією виділеною спіраллю.

Фіг.6 - вигляд збоку запропонованого конструкційного елемента з однією виділеною спіраллю.

Фіг.7 - перспективний вигляд базової конструкції запропонованого конструкційного елемента у варіанті, якому віддається перевага.

Фіг.8 - перспективний вигляд базової конструкції запропонованого конструкційного елемента з додатковою спіраллю у варіанті, якому віддається перевага.

Фіг.9 - перспективний вигляд варіанта, якому віддається перевага, запропонованого конструкційного елемента з виділеними трьома спіральними компонентами та одним зворотним спіральним компонентом.

Фіг.10 - перспективний вигляд варіанта запропонованого конструкційного елемента.

Фіг.11 - вигляд збоку варіанта запропонованого конструкційного елемента.

Фіг.12 - перспективний вигляд варіанта запропонованого конструкційного елемента.

Фіг.13 - вигляд з торця варіанта запропонованого конструкційного елемента.

Фіг.14 - перспективний вигляд варіанта запропонованого конструкційного елемента.

Фіг.15 - перспективний вигляд варіанта запропонованого конструкційного елемента.

Фіг.16 - перспективний вигляд варіанта запропонованого конструкційного елемента.

Фіг.17 - перспективний вигляд варіанта запропонованого конструкційного елемента.

Фіг.18 - вигляд з торця варіанта запропонованого конструкційного елемента.

Фіг.19 - перспективний вигляд варіанта запропонованого конструкційного елемента.

Фіг.20 - вигляд з торця варіанта запропонованого конструкційного елемента.

Фіг.21 - перспективний вигляд варіанта, якому віддається перевага, двох запропонованих конструкційних елементів, з'єднаних разом.

Фіг.22 - вигляд збоку варіанта, якому віддається перевага, двох запропонованих конструкційних елементів, з'єднаних разом.

Нижче йде опис креслень, на яких різні елементи запропонованої конструкції мають числові позначення і з посиланням на які даний винахід буде описаний, щоб дати можливість спеціалістам здійснити та застосувати даний винахід.

На фіг.1-4 показано варіант виконання запропонованого конструкційного елемента 10, якому віддається перевага. Конструкційний елемент 10 являє собою об'ємну ферму, або просторову конструкцію. Конструкційний елемент 10 складається з великої кількості елементів 12, розміщених у вигляді фігур, що повторюються, вздовж поздовжньої осі 14 елемента 10.

Два або більше окремих елементів 12 з'єднуються або перетинаються в точках 16. Елементи 12 можуть бути жорстко з'єднані, гнучко з'єднані або просто

перетинатися в точках 16. Там, де елементи, що перетинаються, з'єднані, утворюється вузол. В місці, де елементи 12, що перетинаються, з'єднані на периметрі елемента 10, утворюється зовнішній вузол 18. В місці, де елементи 12, що перетинаються, з'єднані на внутрішній частині елемента 10, утворюється внутрішній вузол 20.

По довжині в напрямку осі 14 ланки чи фігури, що повторюються, утворюють секції 22. Секція 22 складається з однієї фігури, утвореної елементами 12. Елемент 10 може складатися з будь-якої кількості секцій 22. Крім того, може бути різною довжина секції 22.

Площина, утворена двома елементами 12 чотиригранника, і площина, утворена двома протилежними елементами того ж чотиригранника, утворюють внутрішній кут 24.

Конструкцію та геометрію конструкційного елемента 10 згідно з варіантом, якому віддається перевага, можна описати багатьма способами. Фігури, що повторюються, можна охарактеризувати як ряд трикутників чи чотиригранників. Ці трикутники та чотиригранники мають різні розміри, причому менші трикутники та чотиригранники розміщені в більших трикутниках та чотиригранниках.

У варіанті конструкційного елемента 10, якому віддається перевага, трикутники або чотиригранники сформовані площинами, що мають внутрішній кут 60° . Цей внутрішній кут може мінятися в залежності від застосування. Кут 60° вважають оптимальним для складних навантажень. Вважають також, що для скручувальних навантажень оптимальним є внутрішній кут 45° .

Конструкційний елемент 10 у варіанті, якому віддається перевага, можна концептуально змодельовати як два уявні трубчасті елементи з трикутним поперечним перерізом, що накладені один на другий, утворюючи одну уявну трубу з поперечним перерізом у вигляді шестикутної зірки, як показано на фіг.2. Або, якщо дивитись з торця або з боку поздовжньої осі 14, елемент 10 має вигляд великої кількості трикутників, розташованих на відстані від осі 14 і орієнтованих відносно периметра так, що утворюється уявний трубчастий елемент з багатограним поперечним перерізом у внутрішній частині елемента 10. У варіанті, якому віддається перевага, шість рівнобічних трикутників розташовані на певній відстані від поздовжньої осі, утворюючи у внутрішній частині елемента 10 уявний трубчастий елемент з шестиграним поперечним перерізом.

Крім того, якщо дивитись з торця або з боку осі 14, можна визначити шість площин, паралельних осі 14. Ці площини проходять між відповідними зовнішніми вузлами 18, утворюючи шестикутну зірку. Площини розташовані навколо осі 14 з кутом між ними 60° .

Більш того, в секції 22 утворюється кільце з трикутних решіток, яке, як вважають, надає конструкції міцності. Це кільце з трикутних решіток оточує внутрішню частину елемента 10 в центрі секції, як показано на фіг.1, 3 і 4. Вважають, що міцність збільшується зі збільшенням кількості з'єднань.

Крім того, елемент 10 у варіанті, якому віддається перевага, можна уявити та описати як ряд спіральних компонентів 30, що обвиті навколо поздовжньої осі 14 і складаються з прямих ділянок 32, які утворюють елементи 12 елемента 10. На фіг.5 і 6 один спіральний компонент 30 виділено. Обвитий навколо осі 14 спіральний компонент 30 утворений принаймні трьома прямими ділянками 32. Утворений з будь-якої кількості прямих ділянок 32, спіральний компонент 30 може продовжуватися безмежно. Прямі ділянки 32 орієнтовані під кутом відносно осі 14. Спіральна форма утворюється завдяки жорсткому з'єднанню кінців прямих ділянок 32.

На фіг.7 базова конструкція 40 елемента 10 у варіанті, якому віддається перевага, має принаймні два спіральні компоненти 42 і принаймні один зворотний спіральний компонент 44, що обвиті навколо осі 14. Спіральні компоненти 42 обвиті навколо осі 14 в одному напрямку, наприклад за годинниковою стрілкою, а зворотний спіральний компонент 44 обвитий навколо осі 14 у протилежному напрямку, наприклад проти годинникової стрілки. Кожний спіральний компонент 42 і 44 утворений прямими ділянками 32. Прямі ділянки спіральних компонентів 42 мають спільну кутову орієнтацію та спільну вісь 14. Прямі ділянки зворотного спірального компонента 44 з'єднані в спіральну конфігурацію, аналогічну конфігурації, в яку з'єднані ділянки спіральних компонентів 42, але протилежну кутову орієнтацію. Така базова конструкція 40, якщо дивитись з торця або з боку осі 14, виглядає як уявний трубчастий елемент з трикутним поперечним перерізом.

Зворотний спіральний компонент 44 перетинає два спіральні компоненти 42 у зовнішніх вузлах 18 та внутрішніх вузлах 20. У варіанті, якому віддається перевага, зовнішні та внутрішні вузли 18 і 20 утворюють жорсткі з'єднання або їх жорстко скріплюють.

Як показано на фіг.8, побудована на базі базової конструкції 40 з фіг.7, описаної вище, зміцнена базова конструкція 50 елемента 10 має три спіральні компоненти 42 і принаймні один зворотний спіральний компонент 44. Прямі ділянки 32 трьох спіральних компонентів 42 мають спільну кутову орієнтацію, спільну вісь 14 і розташовані на однаковій відстані один від одного. На фіг.9 така зміцнена базова конструкція 50 з трьома спіральними компонентами 42 та одним зворотним спіральним компонентом 44 чітко виділена на елементі 10.

Як показано на фіг.1, у варіанті, якому віддається перевага, елемент 10 має певну кількість спіральних компонентів 60: три спіральні компоненти 62, три зворотні спіральні компоненти 64, три повернені спіральні компоненти 66 і три повернені зворотні спіральні компоненти 68. Таким чином, у варіанті, якому віддається перевага, елемент 10 має всього дванадцять спіральних компонентів 60.

Як описувалось вище, прямі ділянки трьох спіральних компонентів 62 мають спільну кутову орієнтацію, спільну вісь 14 і розташовані на однаковій відстані один від одного. Подібним чином, ділянки трьох зворотних спіральних компонентів 64 мають спільну кутову орієнтацію, спільну вісь 14 і розташовані на однаковій відстані один від одного. Але прямі ділянки трьох зворотних спіральних компонентів 64 мають кутову орієнтацію, протилежну кутовій орієнтації ділянок трьох спіральних компонентів 62. І знову, така конструкція, якщо дивитись з торця або з боку осі 14, виглядає як уявний трубчастий елемент з трикутним поперечним перерізом, як і на фіг.2.

Прямі ділянки трьох повернених спіральних компонентів 66 мають спільну кутову орієнтацію, спільну вісь 14 і розташовані на однаковій відстані один від одного, як і спіральні компоненти 62. Ділянки трьох повернених зворотних спіральних компонентів 68 мають спільну кутову орієнтацію, спільну вісь 14 і розташовані на однаковій відстані один від одного, як і зворотні спіральні компоненти 64. Але прямі ділянки трьох повернених зворотних спіральних компонентів 68 мають кутову орієнтацію, протилежну кутовій орієнтації ділянок трьох повернених спіральних компонентів 66.

Повернені спіральні компоненти 66 та повернені зворотні спіральні компоненти 68 є поверненими відносно спіральних компонентів 62 та зворотних спіральних компонентів 64. Іншими словами, ця конструкція, якщо дивитись з торця або з боку осі 14, виглядає як уявний трубчастий елемент з трикутним поперечним перерізом, але повернений відносно уявного трубчастого елемента, утвореного спіральними та зворотними спіральними компонентами 62 і 64, як показано на фіг.2. Разом спіральні, зворотні спіральні, повернені спіральні та повернені зворотні спіральні компоненти виглядають як уявний трубчастий елемент з поперечним перерізом у формі шестикутної зірки, якщо дивитись з боку осі 14, як показано на фіг.2.

Спіральні компоненти 62 перетинаються зі зворотними спіральними компонентами 64 у зовнішніх вузлах 18. Подібним чином, повернені спіральні компоненти 66 перетинаються з поверненими зворотними спіральними компонентами 68 у зовнішніх вузлах 18.

Спіральні компоненти 62 перетинаються з поверненими зворотними спіральними компонентами 68 у внутрішніх вузлах 20. Подібним чином, повернені спіральні компоненти 66 перетинаються з зворотними спіральними компонентами 64 у внутрішніх вузлах 20.

Спіральні компоненти 62 та повернені спіральні компоненти 66 не перетинаються. Подібним чином, зворотні спіральні компоненти 64 та повернені зворотні спіральні компоненти 68 не перетинаються.

Додатково до певної кількості спіральних компонентів 60 елемент 10 у варіанті, якому віддається перевага, також має шість внутрішніх осьових елементів 70, розміщених у внутрішній частині елемента 10, які перетинають спіральні компоненти 60 у внутрішніх вузлах 20. Осьові елементи 70 паралельні поздовжній осі 14.

Зворотні спіральні компоненти 64 перетинають спіральні компоненти 62 у зовнішніх вузлах 18, а повернені зворотні спіральні компоненти 68 перетинають повернені спіральні компоненти 66 у зовнішніх вузлах 18. Зовнішні вузли 18 утворюють вершини шестикутної зірки, якщо дивитись з боку осі 14, як показано на фіг.2.

Зворотні спіральні компоненти 64 перетинають повернені спіральні компоненти 66 у внутрішніх вузлах 20, а повернені зворотні спіральні компоненти 68 перетинають спіральні компоненти 62 у внутрішніх вузлах 20. Ці внутрішні вузли 20 утворюють вершини шестикутника, якщо дивитись з боку осі 14, як показано на фіг.2.

У варіанті, якому віддається перевага, зовнішні та внутрішні вузли 18 і 20 утворюють жорсткі з'єднання або місця, де компоненти жорстко з'єднані разом. Крім того, у внутрішніх вузлах 20 до компонентів жорстко прикріплені осьові елементи 70. У кращому варіанті компоненти виготовлені з композиційного матеріалу. Спіральна конфігурація елемента 10 робить його особливо придатним для складених конструкцій. Компоненти скріплюються разом, коли волокна різних компонентів перекриваються. Волокна можуть бути навиті по спіралі навколо оправки, яка повторює спіральну конфігурацію елемента. Це забезпечує високу міцність, оскільки ділянки компонента утворені з суцільних волокон. Елементи або компоненти можуть бути виконані, наприклад, з скловолокна, або волокна з вуглецю, бору або кевлару, в зв'язувальному матеріалі, наприклад епоксидному або із складного вінілового ефіру.

Як варіант, елемент 10 може бути виготовлений з будь-якого придатного матеріалу, наприклад дерева, металу, пластика, кераміки та подібних матеріалів. Компоненти елемента можуть складатися з наперед виготовлених деталей, які з'єднують разом за допомогою з'єднувачів у зовнішніх вузлах 18. З'єднувач має заглиблення для приймання елементів. Заглиблення зорієнтовані так, щоб можна було отримати задану геометрію елемента 10.

На базі базової конструкції 40 елемента 10 у його кращому варіанті при додаванні додаткових елементів можливі інші варіанти конструкцій. Як показано на фіг.10 та 11, по периметру елемента 10 можуть бути розміщені та перетинати спіральні компоненти 60 у зовнішніх вузлах 18 зовнішні осьові елементи 72. Осьові елементи 72 паралельні поздовжній осі 14. Як показано на фіг.12 та 13, по периметру між вузлами 18, які лежать у площині, перпендикулярній поздовжній осі 14, можуть розміщуватись периметричні елементи 74. Як показано на фіг.13, якщо дивитись з боку осі 14, периметричні елементи 74 утворюють багатогранник.

Як показано на фіг.14, по периметру елемента 10 між вузлами 18 по діагоналі відносно поздовжньої осі 14 можуть розміщуватись діагональні периметричні елементи 76. Ці діагональні периметричні елементи 76 можуть утворюватись ділянками додаткових спіральних компонентів, обвитих навколо периметра спіральних компонентів 60.

Діагональні периметричні елементи 76 можуть проходити між сусідніми вузлами 18, як показано на фіг.14, або проходити до інших вузлів 18, як показано на фіг.15.

З фіг.16 видно, що можна поєднати багато додаткових елементів, наприклад внутрішні та зовнішні осьові елементи 70 та 72, периметричні елементи 74, та діагональні периметричні елементи 76.

Зрозуміло, що додаткові елементи можуть проходити між внутрішніми вузлами 20 та зовнішніми вузлами 18.

На фіг.17 та 18 показано варіант балкового елемента 80. Цей варіант подібний до варіанта, якому віддається перевага, тим, що елемент 80 має принаймні три спіральні компоненти 82, принаймні три зворотні спіральні компоненти 84, принаймні три повернені спіральні компоненти 86 та принаймні три повернені зворотні спіральні компоненти 88. Таким чином, елемент 80 має всього принаймні дванадцять спіральних компонентів.

Прямі ділянки трьох спіральних компонентів 82 мають спільну кутову орієнтацію, спільну поздовжню вісь 90 і розташовані на однаковій відстані один від одного.

Аналогічно, ділянки трьох зворотних спіральних компонентів 84 мають спільну кутову орієнтацію, спільну поздовжню вісь 90 і розташовані на однаковій відстані один від одного. Але прямі ділянки трьох зворотних спіральних компонентів 84 мають кутову орієнтацію, протилежну кутовій орієнтації ділянок трьох спіральних компонентів 82. І знову, ця конструкція, якщо дивитись з торця або з боку осі 14, виглядає як уявний трубчастий елемент з трикутним поперечним перерізом.

Прямі ділянки трьох повернених спіральних компонентів 86 мають спільну кутову орієнтацію, спільну поворотну поздовжню вісь 92 і розташовані на однаковій відстані один від одного, як і спіральні компоненти 82. Ділянки трьох повернених зворотних спіральних компонентів 88 мають спільну кутову орієнтацію, спільну поворотну поздовжню вісь 92 і розташовані на однаковій відстані один від одного, як і зворотні спіральні компоненти 84. Але прямі ділянки трьох повернених зворотних спіральних компонентів 88 мають кутову орієнтацію, протилежну кутовій орієнтації ділянок трьох повернених спіральних компонентів 86.

Повернені спіральні компоненти 86 та повернені зворотні спіральні компоненти 88 є поверненими відносно спіральних компонентів 82 та зворотних спіральних компонентів 84. Іншими словами, ця конструкція, якщо дивитись з торця чи з боку осі 14, виглядає як уявний трубчастий елемент з трикутним поперечним перерізом, але повернений відносно уявного трубчастого елемента, утвореного спіральними та зворотними спіральними компонентами 82 і 84.

В цьому варіанті, однак, балковий елемент 80 утворюється в результаті зміщення поздовжньої осі 90 спіральних та зворотних спіральних компонентів 82 і 84 від осі 14 елемента і зміщення поворотної поздовжньої осі 92 повернених спіральних та повернених зворотних спіральних компонентів 86 і 88 від осі 14 елемента в напрямку, протилежному напрямку поздовжньої осі 90 спіральних та зворотних спіральних компонентів 82 і 84. Іншими словами, якщо дивитись з боку осі 14, балковий елемент 80 виглядає як уявний трубчастий елемент з поперечним перерізом, показаним на фіг.18.

На фіг.19 і 20 показаний варіант елемента 100. Цей варіант схожий на варіант, якому віддається перевага, тим, що елемент має певну кількість спіральних компонентів 102: шість спіральних компонентів, шість зворотних спіральних компонентів, шість повернених спіральних компонентів та шість повернених зворотних спіральних компонентів. Таким чином, елемент має всього двадцять чотири спіральні компоненти.

По мірі того, як велика кількість спіральних компонентів 102 обвиваються навколо поздовжньої осі 14, ці спіральні компоненти утворені з шести прямих ділянок в цьому варіанті втілення даного винаходу, а не з трьох ділянок, як у варіанті, якому віддається перевага. Елемент 100, якщо дивитись з торця або з боку осі 14, виглядає як подвійний уявний трубчастий елемент з шестикутним поперечним перерізом, причому один шестикутник повернений відносно іншого, або як уявний трубчастий елемент з поперечним перерізом у вигляді дванадцятикутної зірки, як показано на фіг.20. Як і у варіанті, якому віддається перевага, в цьому випадку можна додавати будь-яку кількість елементів в різних конфігураціях, включаючи внутрішні та зовнішні осьові елементи, периметричні елементи та діагональні периметричні елементи.

В усіх варіантах утворюється елемент, у внутрішній частині якого практично немає матеріалу, але який зберігає суттєві конструкційні властивості. Цей конструкційний елемент може ефективно нести осьові, скручувальні та згинальні навантаження. Така здатність протистояти навантаженню різних типів робить цей конструкційний елемент ідеальним для багатьох видів застосування, де існують складні та динамічні навантаження, наприклад для вітряка. Крім того, легка вага елемента робить його ідеальним для інших видів застосування, де важливі легка вага та міцність, наприклад в конструкціях літаків та космічних конструкціях.

Відкрита конструкція робить такий конструкційний елемент придатним для використання у випадках, коли потрібний малий опір вітру.

Геометрія елемента дозволяє використовувати його в космічних конструкціях. Елемент можна забезпечити нежорсткими кріпленнями, щоб його можна було складати для транспортування та розкладати для використання.

Такий елемент можна також використовувати для армування бетону, занурюючи елемент у бетон. Завдяки відкритій конструкції бетон вільне тече крізь конструкцію. Здатність витримувати складні навантаження дає можливість більш ефективно розраховувати конструкцію бетонних колон та балок.

Зовнішній вигляд конструкційного елемента також дозволяє використовувати його в архітектурі. Елемент має вигляд високотехнологічного виробу космічної епохи.

Елемент також можна використовувати в механіці. Його можна застосовувати як привідний вал завдяки його міцності на скручування.

Елемент можна також обгорнути оболонкою, щоб надати йому вигляд суцільного тіла. Таку оболонку можна використати для надання зовнішнього вигляду або для захисту елементів та об'єктів, що знаходяться в елементі, наприклад трубопроводу, каналів, проводів для освітлювальних та електричних елементів.

На фіг.21 і 22 показано, як можна з'єднати два конструкційні елементи 10 у кращому варіанті виконання, щоб отримати задану конструкцію. Якщо такі два елементи 10 з'єднати так, що вісі 14 будуть перпендикулярні, то зовнішні вузли 18 одного елемента 10 можна прикріпити до зовнішніх вузлів 18 другого елемента 10.

Слід розуміти, що описані варіанти здійснення даного винаходу є тільки прикладами, і для спеціалістів очевидно, що можливі видозміни. В зв'язку з цим даний винахід не обмежується описаними варіантами, а обмежується тільки формулою винаходу.

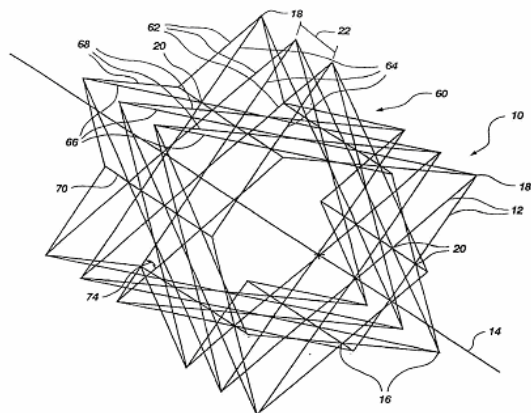


Fig. 1

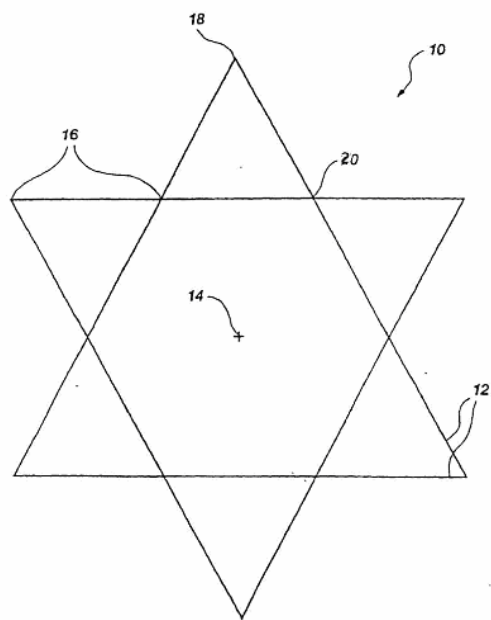


Fig. 2

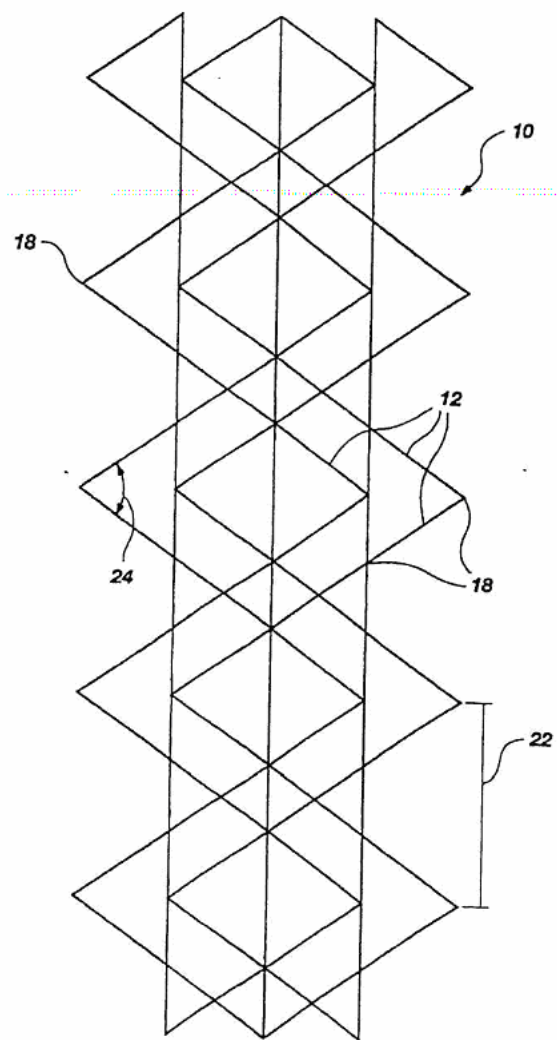


Fig. 3

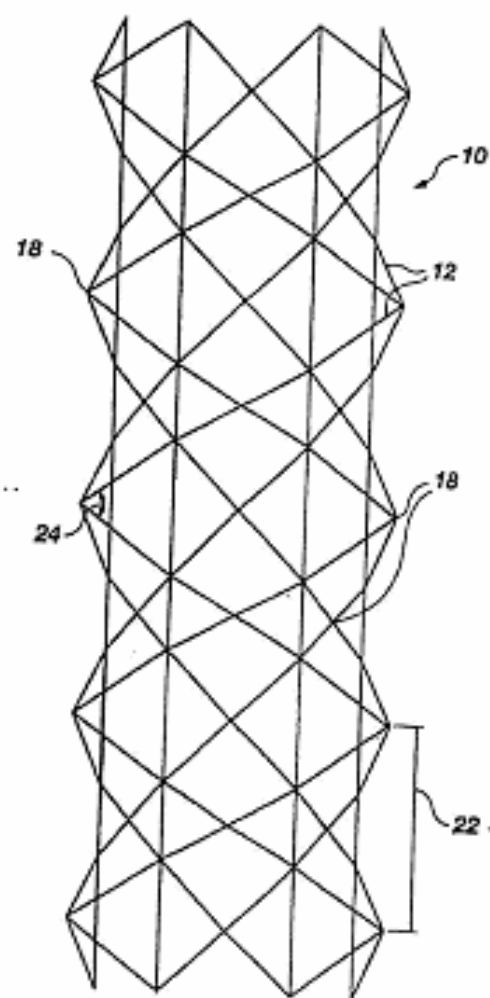


Fig. 4

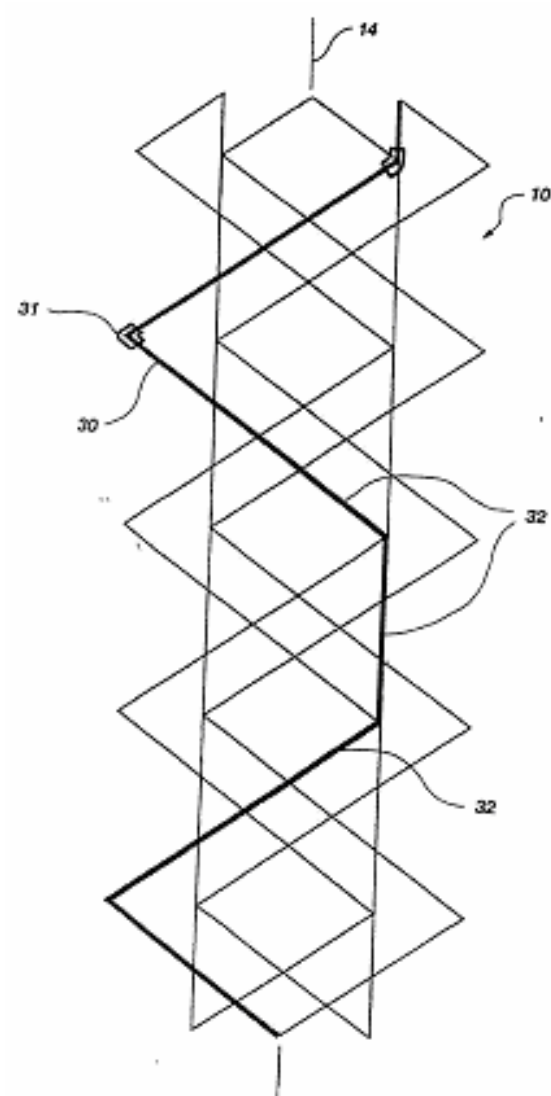


Fig. 5

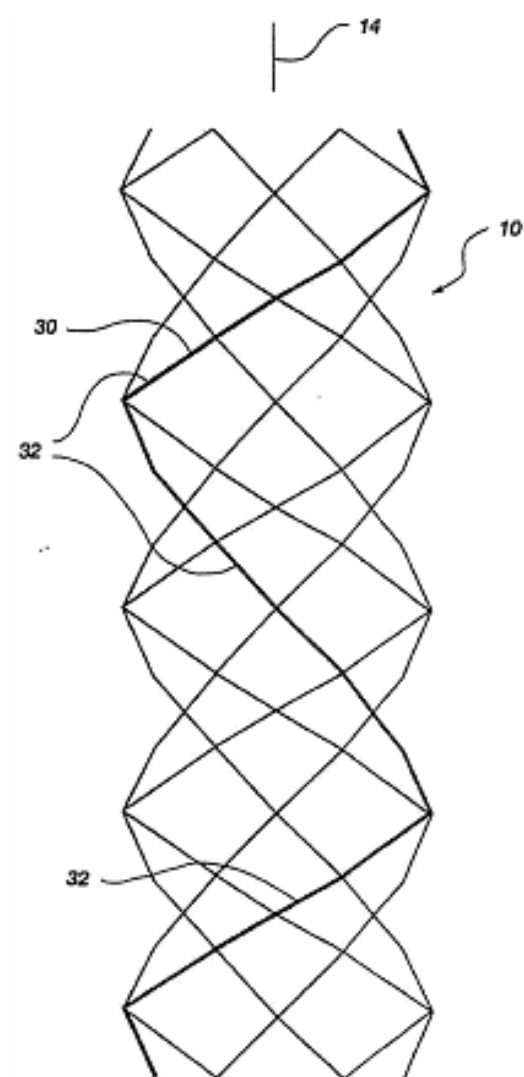


Fig. 6

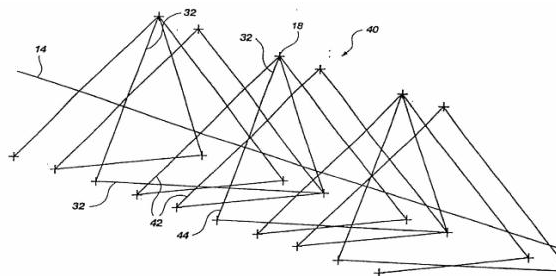


Fig. 7

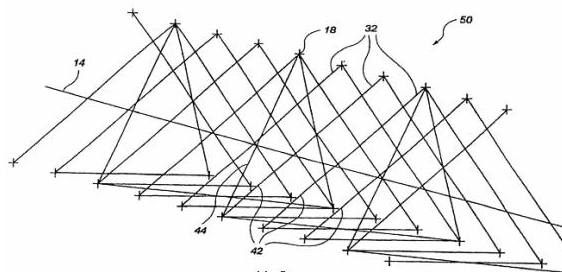


Fig. 8

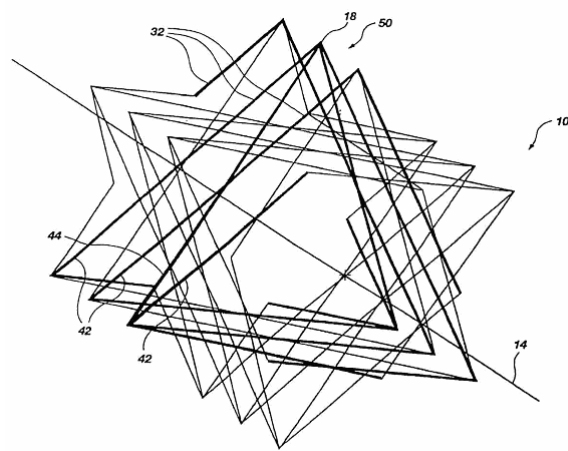


Fig. 9

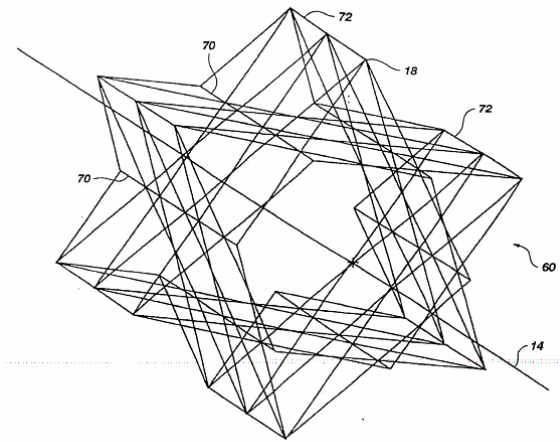


Fig. 10

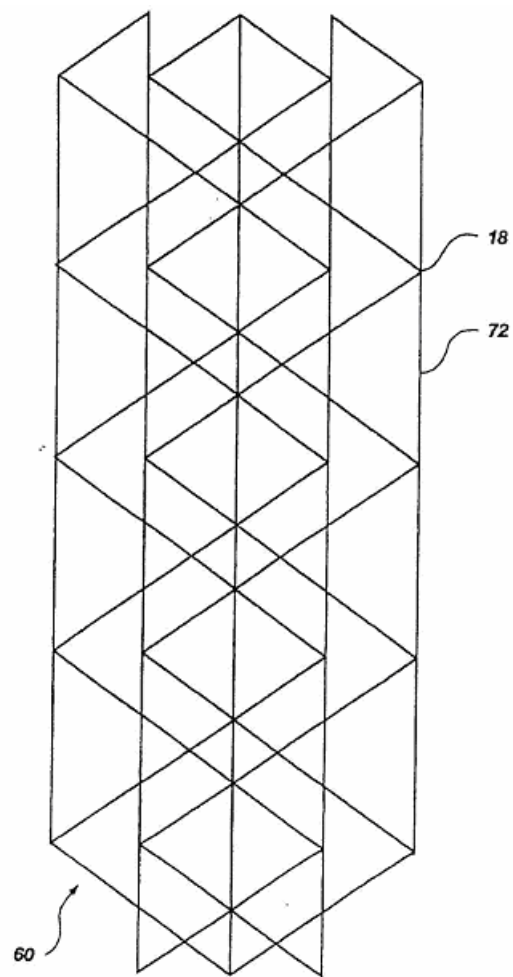
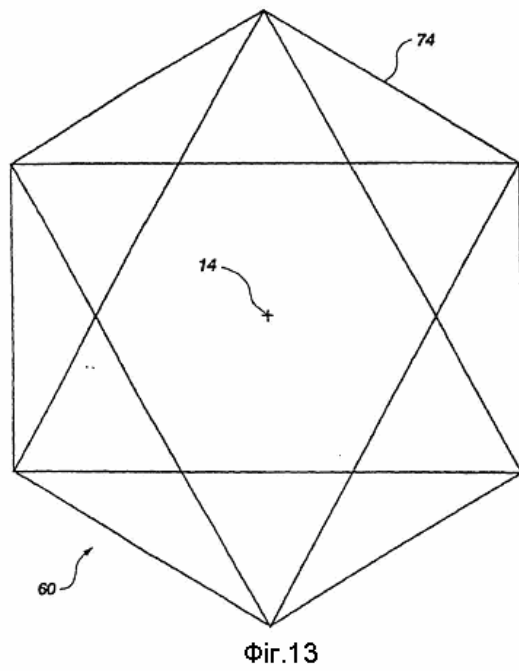
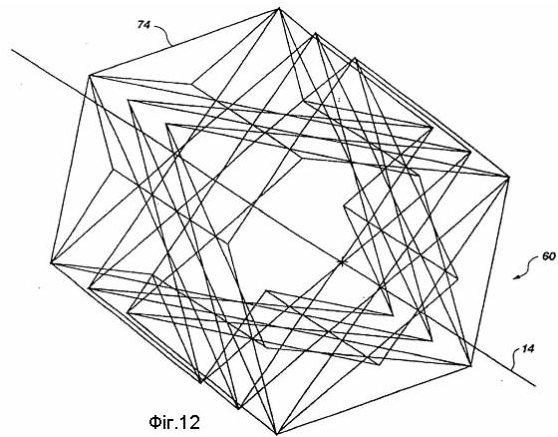


Fig. 11



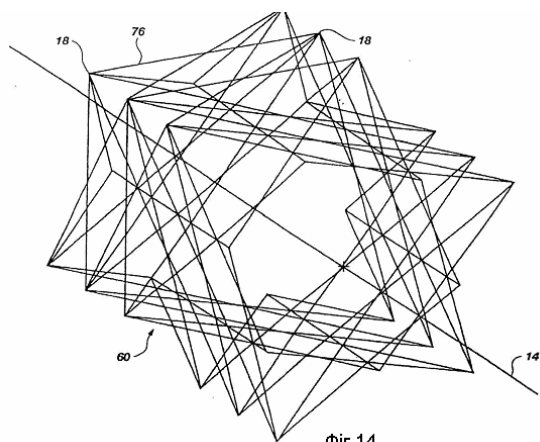


Fig. 14

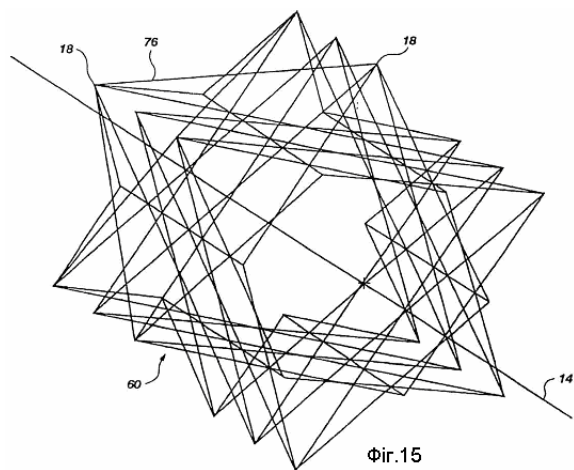
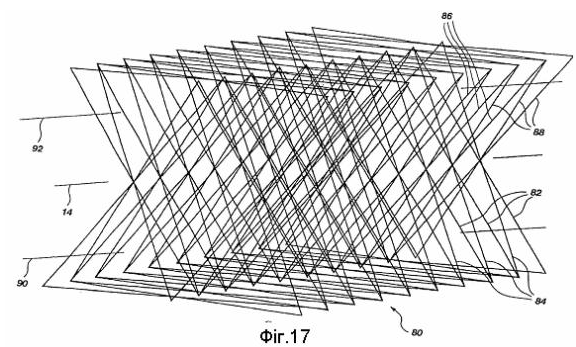
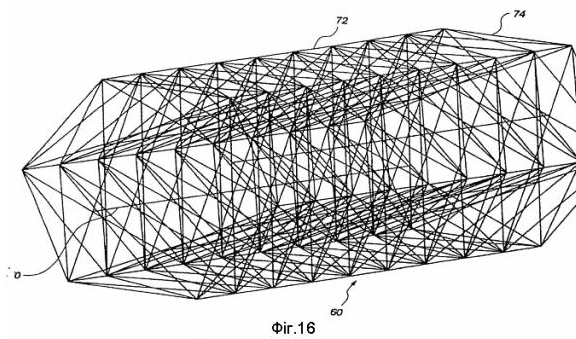


Fig. 15



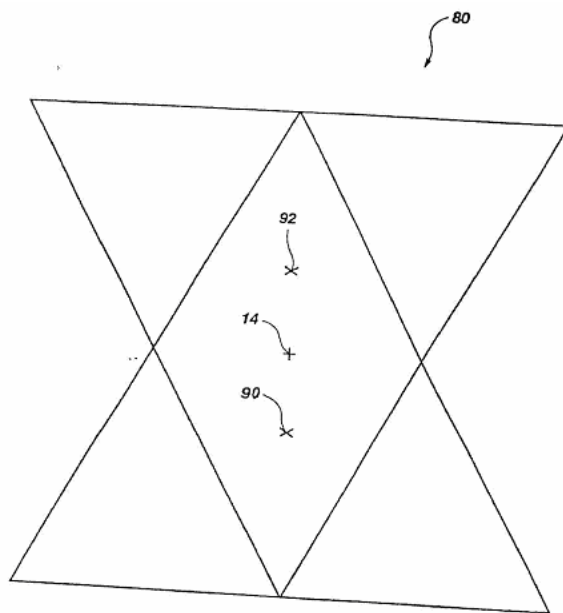


Fig. 18

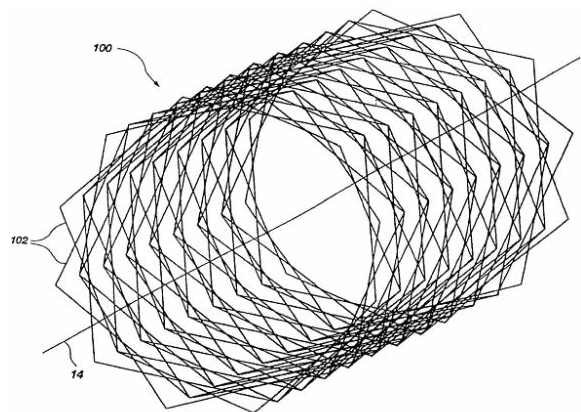


Fig. 19

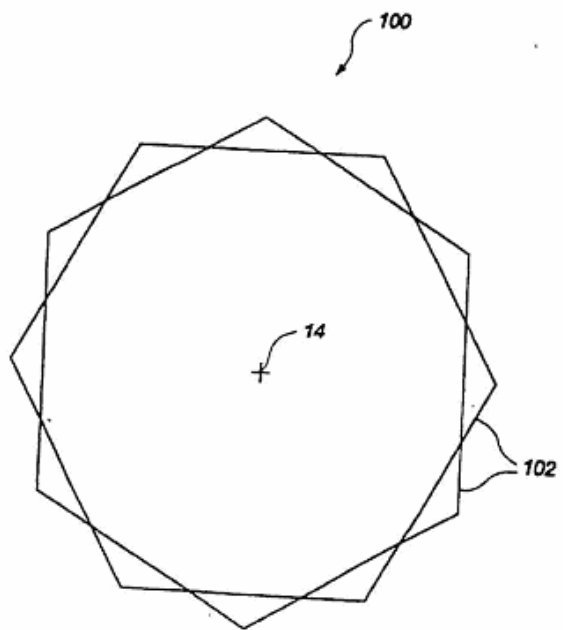


Fig.20

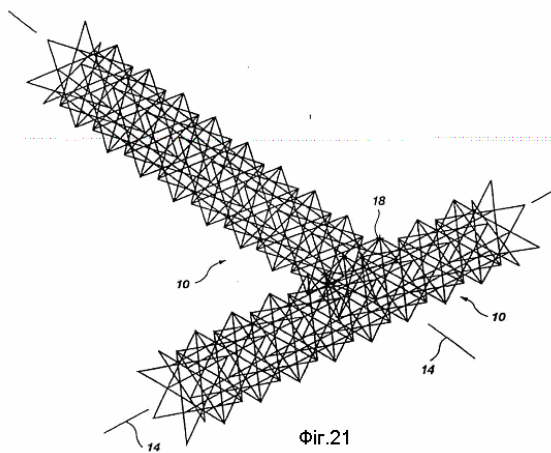
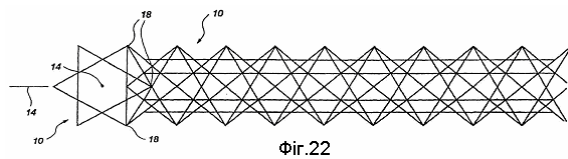


Fig.21



Φir.22