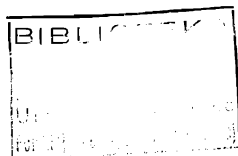


F04b 1/00



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 45227

Kl. ~~37~~ 1/01

37a 1/00

Richard Buckminster Fuller

Carbondale, Stan Illinois, Stany Zjednoczone Ameryki

Konstrukcja budowlana oraz część składowa do stosowania w tej konstrukcji

Patent trwa od dnia 30 sierpnia 1960 r.

Pierwszeństwo: 31 sierpnia 1959 r. (Stany Zjednoczone Ameryki).

Wynalzek niniejszy dotyczy układu konstrukcji budowlanej, która wykorzystuje właściwości rozciągające materiałów konstrukcyjnych z największym powodzeniem. Znajduje on specjalne zastosowanie do konstrukcji o dużych rozmiarach, takich jak swobodnie rozpięte kopuły przydatne do przykrycia dachem stadionu lub umieszczenia pod dachem całej wsi lub dzielnicy miasta oraz do gigantycznych unoszących się w powietrzu kul jak i też składanych lekkich konstrukcji, przystosowanych do transportu za pomocą rakiet. W ogóle wynalazek niniejszy jest pożyteczny wszędzie tam, gdzie jest korzystne wykonywanie rozległych i bardzo mocnych budowli, biorąc na kilogram zużytego materiału konstrukcyjnego.

Istota niniejszego wynalazku polega na odkryciu, jak stopniowo zmniejszyć zjawisko ściskania w konstrukcji, tak że dla większej roz-

piętości niż to było możliwe dotychczas, konstrukcja będzie odznaczała się właściwością ciągle rozciąganej, od początku do końca, a ściskanie będzie ograniczone, tak że ściskane elementy będą małymi wysepkami w oceanie rozciągania. To znaczy, jak zastosować smukłość, lekkość i moc kabla wiszącego mostu do dziedziny opanowanej dawniej przez koncepcję ściskanej belki konstrukcyjnej. Wiszący most jest zasadniczo konstrukcją rozciąganą, przez zastosowanie w niej krzywej łańcuchowej lin, pomiędzy ściskanymi belkami wież. Niniejszy wynalazek jest podobny do przejmowania w pewnym stopniu ściskania, poza ściskanymi wieżami, tj. belkami, ścianami lub dachami budynków lub nawet przejmowania ściskania poza pojedynczą belką lub maszt, przez stwarzanie konstrukcji odznaczającej się nieciągłym ściskaniem i ciągłym rozciąganiem oraz, w któ-

rej wysepki ściskania w maszcie są stopniowo zmniejszane do ich poszczególnych wielkości, jak i całej ich masy.

Jako zastosowanie do geodezyjnej konstrukcji kopuły, można opisać niniejszy wynalazek jako konstrukcję o sferycznym na ogół kształcie, zawierającą nieciągle belki ściskane umieszczone we wszystkich wzorach trójbalkowych tepi*), przy czym każda belka każdego tepi jest przyłączana w „pozornej” ciągłości do jednej belki jednej z trzech sąsiednich tepi, a zewnętrzne części belek każdej tepi są wzajemnie łączone, tylko za pomocą elementu rozciąganego. Elementy rozciągane łączą także zewnętrzne części belek z miejscami na belkach w tym obszarze, gdzie są one połączone wzajemnie w pozornej ciągłości.

W zastosowaniu do budowli, zasadniczo niniejszy wynalazek polega na konstrukcji zawierającej mnóstwo nieciąglych belek ściskanych, umieszczonych w zespołach po trzy nie stykające się belki, łączone za pomocą elementów rozciąganych, tworzących rozciągane trójkąty, przy czym belki sąsiednich zespołów są łączone wzajemnie w pozornej ciągłości, tak jak to było wyżej opisane.

Według innej odmiany niniejszego wynalazku konstrukcja zawiera zespół rozciąganych i ściskanych elementów składowych, ułożonych w nieciągly układ ściskany, w którym ściskane elementy składowe zawierają zespół ściskanych i rozciąganych elementów składowych, ułożonych w nieciągly układ ściskany, w którym wysepki ściskania, w początkowym nieciągłym układzie ściskany, są stopniowo zmniejszane co do swej wielkości i masy względnej.

Wynalazek zostanie dalej opisany szczegółowiej na podstawie rysunków, na których fig. 1 przedstawia rzut z góry trójbalkowej tepi, z łączącymi elementami rozciągany, nazywanej trójirozpórkową, ośmiowierzchołkową nierozłączaną jednostką rozciąganą lub „rozciąganą nierozłączką”, fig. 2 — zespół trójirozpórkowych nierozłączek rozciąganych z fig. 1. Ten rzut jest obliczeniowym, gdyż w rzeczywistej konstrukcji rozpórki sąsiednich nierozłączek rozciąganych są nierozłącznie łączone w „pozornej” ciągłości ściskanej. Taka rzeczywista konstrukcja jest pokazana na fig. 3, która

z drugiej strony odpowiada fig. 2 i pokazuje nieciągly ściskany zestaw konstrukcyjny, fig. 4 jest bocznym rzutem pionowym rozpórki i elementu składowego w postaci rozciąganego ciągną, nieciągną ściskanego zestawu konstrukcyjnego z fig. 3, nazywanej „bomiem”, fig. 5 jest rzutem z góry bomu z fig. 4, fig. 6 jest przekrojem—płaszczyzną oznaczoną liniami 6—6 na fig. 4, fig. 7 jest zestawieniem wymiarowym bomu dla 270-ciołobomowej kuli z nierozłączek rozciąganych, fig. 8 pokazuje kolorowy kod dla zespołu bomów z fig. 7, według jednej z odmian niniejszego wynalazku, fig. 9 pokazuje dalszy kolorowy kod dla zespołu bomów, fig. 10 przedstawia rzut z góry 270-ciorozpórkowej nierozłączki rozciąganej, uzyskanej przy stosowaniu kodu kolorowego z fig. 8 i 9, fig. 11 przedstawia rzut z góry 270-ciorozpórkowej równokierunkowej nierozłączki rozciąganej, uzyskanej za pomocą zespołu bomów, przy czym wszystkie mają dokładnie tę samą konstrukcję, fig. 12 przedstawia wykres dla wyjaśnienia skłonności do skręcania się osiowych sił końców bomu w nierozłącznie rozciąganej z fig. 11, znanej jako „pojedynczo wiązana” nierozłączka rozciągana, fig. 13 przedstawia wykres dla wyjaśnienia skłonności do skręcania się sił osiowych końców bomu w nierozłącznie rozciąganej z fig. 10, znanej jako „podwójnie wiązana” nierozłączka rozciągana, fig. 14 pokazuje zmodyfikowaną postać rozpórki lub bomu, fig. 15 przedstawia w rzucie aksonometrycznym inną zmodyfikowaną postać bomu, fig. 16 jest rzutem aksonometrycznym pokazującym jak bomy z fig. 15 są wzajemnie łączone w zestaw nierozłączek rozciąganych, fig. 17 przedstawia rzut z góry 270-ciorozpórkowej geodezyjnej kulistej nierozłączki rozciąganej, korzystającej z zestawu pokazanego na fig. 16, fig. 18 przedstawia izometryczny rzut nieciągną belki ściskanej, która może być stosowana w celu zastąpienia ściskanej belki elementu składowego pokazanego na fig. 4, fig. 19 przedstawia powiększenie części fig. 18, pokazujące pojedynczą rozpórkę wykonaną jako nieciągną belkę ściskaną zgodną z tym co możnaby sobie wyobrazić jako wersja w zmniejszonej podziałce fig. 18, fig. 20 jest perspektywicznym rzutem z góry dalszej zmodyfikowanej postaci bomu, który zawiera elementy powierzchniowe dla geodezyjnej kopuły, fig. 21 przedstawia zespół pewnej liczby identycznych bomów, pokazanych na fig. 20, fig. 22 przedstawia w powiększonej podział-

*) tepee — trójkątny szkielet namiotu indiańskiego

ce przekrój płaszczyzną oznaczoną linią 22—22 na fig. 21.

Konstrukcja nierozłączek rozciąganych według wyhalazku zawiera mnóstwo nieciągłych belek ściskanych, ułożonych w zespoły trzech nie łączących się belek 1 krzyżujących się lub częściowo zachodzących za siebie w celu utworzenia trójnoga, jak w indiańskim tepi (fig. 1), przy czym belki sąsiednich zespołów (fig. 2) są nierozłącznie wzajemnie łączone (fig. 3) w pozornej ciągłości. Fig. 1 i 2 są obliczeniowymi, a fig. 3 pokazuje rzeczywistą konstrukcję. Fig. 1 ilustruje schematycznie zasadę wiązania podstawowych układów jako jednego elementu składowego, nieznanego dotąd nierozłączanego zestawu rozciąganego. Ten podstawowy układ trójróżpórkowej ośmiowierzchołkowej nierozłączanej jednostki rozciąganej jest nazywany „nierozłączką rozciąganą”. Belki 1 są łączone za pomocą elementów rozciąganych, takich jak druty lub liny 2, tworzące rozciągany trójkąt, oraz elementów rozciąganych 3, łączących wierzchołki rozciąganego trójkąta z miejscami na belce 1 w tym obszarze, gdzie one są łączone z belkami sąsiedniej nierozłączki rozciąganej. Linie kreskowe ograniczające podstawę trójnoga na fig. 1 są teoretyczne i nie konieczne istnieją w rzeczywistej konstrukcji. Jeżeli te kreskowe linie będzie się uważało za druty rozciągane, to uzyskuje się pełny podstawowy ośmioelementowy układ nierozłączki rozciąganej, w którym wysepkę ściskania zawarte w belce 1 są oddzielone wzajemnie przez rozciągane elementy 2 i 3. W razie życzenia konstrukcja może zawierać druty rozciągane, jak to jest pokazane kreskowymi liniami na fig. 1 i 3. Gdy zastosuje się takie druty, to będą one uwalniać belki od naprężeń zginających i uzupełniać wewnętrzną rozciąganą nierozłączalność ośmioelementowego układu. Elementy ściskane są uważane za nieciągłe, ponieważ siła ściskania w powszechnym rozumieniu jest przekazywana od jednego do drugiego, tak jakby ona pływała w morzu elementów rozciąganych. Ich położenia są ustalone za pomocą ośmioelementowego układu jednostki, chociaż mają one skłonność do skręcania się, jak to zostanie przedstawione dalej. W nieciągłym zespole ściskanym z fig. 3, nazywanym zestawem podstawowych, trójróżpórkowych nierozłączek rozciąganych lub „zestawem nierozłączek rozciąganych”, wyobrażalne druty przedstawiane liniami kreskowymi na fig. 1 są zastąpione przez wzajemne oddziały-

wanie łączących się podstawowych nierozłączek rozciąganych. Jest to tak, jak gdyby druty, które przytrzymują razem nogi poszczególnego trójnoga zostały zastąpione przez ich zamocowanie w „ziemi” konstrukcji kulistej zestawu nierozłączek rozciąganych. Jednakże to nie jest stała ściskana ziemia, ale jest to ziemia odznaczająca się nieciągłym ściskaniem. A zatem nogi każdego trójnoga są wzajemnie przytrzymywane razem przy rozciąganiu, właśnie jakby faktycznie kreskowe linie z fig. 1 były rzeczywiste raczej nie tylko wyobrażalne.

Przy tym rozpatrywaniu zestawu nierozłączek rozciąganych z fig. 3 można spostrzec, że końcowe połączenia poszczególnych podstawowych nierozłączek rozciąganych znajdują się na linii prostej to znaczy są połączeniami pod kątem 180° i są pozornie ciągle przy ściskaniu. Z powodu tej pozornej ciągłości ściskania, od jednej podstawowej nierozłączki rozciąganej do drugiej, oraz ponieważ centralne wiązanie podstawowych nierozłączek rozciąganych jest widocznie nieciągłe, więc zestaw nierozłączek rozciąganych przedstawia widocznie zwodniczy wygląd dla nieostrożnego obserwatora, w którym to zestawie nogi łączonego trójnoga sąsiednich jednostek wydają się jako jedna całość oraz, jako takie wydają się być podstawowymi „elementami” zestawu nierozłączek rozciąganych, natomiast z poprzedniej analizy fig. 1 oraz jej stosunku do fig. 2 i 3 staje się widoczne, że nasze elementy są trójróżpórkowymi ośmioczęściami i że zasada wiązania prostych elementów stanowi nierozłączkę ściskaną.

Należy zwrócić uwagę, że ponieważ rozciągane elementy 3 łączą wierzchołki rozciąganych trójkątów z miejscami na belce 1 w obszarze, w którym one są łączone razem, więc ciągłość rozciągania zostaje stworzona od końca do końca każdego elementu ściskanego przez elementy rozciągane 2 i 3.

W nierozdzielonych rozpórkach lub belkach sąsiednich jednostek nierozłączek rozciąganych istnieje prefabrykowany element składowy o konstrukcji według wynalazku, pokazany na fig. 4 i nazywany bomem, który w połączeniu z rozciąganymi elementami 2 i 3 wyłania się jako charakterystyczny kształt, który został nazwany „B — bom” na skutek podobieństwa jego konfiguracji do litery B. Ten bom jest pod względem działania elementem dwóch sąsiednich podstawowych nierozłączek rozciąganych. W szczególnym wykonaniu bomu B, pokaza-

nego na fig. 4—6, ściskana belka ma kształt rurowej rozpórki, takiej jak aluminiowa lub stalowa rura, wiercona w celu uzyskania zawieszenia drutów rozciąganych ciągleń 2 i 3 oraz mająca korek Roule'a na każdym końcu, w celu uzyskania gwintowanego przymocowania 5. Podkładki 4 na z góry wyznaczonych wierzchołkach trójkąta ciągnowego są przystosowane do przyjęcia połączeń na końcach współpracujących bomów. Jeżeli istnieje zwis w układzie, to może on być usunięty za pomocą podkładek na końcach rury. Druciane ciągną mogą być podwójne, tak jak pokazano na rysunku, albo też pojedyncze.

Jako przykład do zilustrowania sposobu, według wynalazku, zostanie opisana konstrukcja 270-ciobomowej geodezyjnej kuli z nierozłączek rozciąganych, bazowanej na sześciokrotnie powtarzanym trójstożkowym podziale dwudziestościanu. Taka kula będzie skonstruowana z pięciu różnych części składowych w postaci bomów. Współczynniki konstrukcyjne dla bomów są podane na fig. 7. Wymiary A—A, B—C itd. są podane dla teoretycznych linii pokazanych na fig. 4. Długość wszystkich bomów będzie taka, jaka odpowiada kątowni $25^{\circ} 14'30''$ kuli, i będzie oczywiście zmieniać się zgodnie z wielkością kuli, jaka będzie się konstruować. Długość ta będzie wyznaczana w każdym przypadku za pomocą prostego rachunku trygonometrycznego. Jeżeli dana jest wielkość kuli, jaka ma być konstruowana, to współczynniki podane na wykresie stosuje się jako mnożniki dla bezpośredniego obliczania wymiarów drucianych ciągnów pięciu części składowych w postaci bomów. Współczynniki wysokości mnoży się przez promień wymaganej kuli, a współczynniki cięciw — przez jej średnicę.

Poszczególne części składowe w postaci bomów mogą zatem być kolorowane zgodnie z kodem podanym na fig. 8, według którego sposób składania ich stanie się po prostu zagadnieniem doboru kolorów. Fig. 10 także pokazuje sposób składania bomów, w tym przypadku przez identyfikację poszczególnych konstrukcji części składowych w postaci bomów za pomocą kodu, obejmującego ciągle i kreskowe lub punktowe linie. Nierozłączka rozciągana kuli geodezyjnej z fig. 10 jest znana jako podwójnie wiązany zestaw nierozłączek rozciąganych o skręcanych trójkątach, sześciokrotnie powtarzany trójstożek. Fig. 11 pokazuje inne wykonanie niniejszego wynalazku również obejmującego kulę 270-ciobomową, znaną jako

pojedynczo wiązany zestaw nierozłączek rozciąganych o skręcanych trójkątach. Porównując fig. 10 i 11 należy zanotować, że w pojedynczo wiązanej konstrukcji trójkąty są rozmieszczone oddzielnie, podczas gdy w podwójnie wiązanej konstrukcji częściowo na siebie zachodzą. Znaczenie różnicy pomiędzy pojedynczo i podwójnie wiązaną konstrukcją będzie wyjaśnione z powołaniem się na fig. 12 i 13, które są schematami odpowiednich konstrukcji. W obydwóch konstrukcjach osie rozpórek każdego zespołu trzech są w takiej zależności częściowego pokrywania się w przestrzeni, że osiowe siły rozpórek w punktach, w których są one łączone przez elementy rozciągane trójkąta, będą się dodawać dla wytwarzania sił skręcających, usiłujących obrócić trójkąt rozciągany. W specjalnych wykonaniach na fig. 12 i 13 ta skłonność skręcania ma kierunek przeciwny do ruchu wskazówek zegara, tak jak to pokazują strzałki A. W pojedynczo wiązanej nierozłączce rozciąganej (fig. 12) rogi sąsiednich rozciąganych trójkątów są umieszczone z dala od siebie, na skutek czego siły osiowe sąsiednich nieciągłych rozpórek sąsiednich trójkątów rozciąganych będą się dodawać dla wytwarzania sił skręcających B dodatkowych do takichże sił, usiłujących obrócić trójkąt, tak jak pokazane jest w miejscu C. W podwójnie wiązanej nierozłączce rozciąganej (fig. 13) rogi sąsiednich trójkątów rozciąganych częściowo zachodzą za siebie, na skutek czego siły osiowe sąsiednich nieciągłych rozpórek sąsiednich rozciąganych trójkątów będą tymi, jakie należy dodawać do wytwarzania sił skręcających B, przeciwnych do takichże sił usiłujących obrócić trójkąt rozciągany.

Fig. 14 przedstawia zmodyfikowany kształt bomu, mającego stosunkowo szerokie wiązanie w jego środku i zwężające się końce. Regulowany ściąg w dół od gniazdek lub zamkniętych oczek 5' przewiduje elementy po jednej stronie i w środku bomu dla rozciągającego zabezpieczenia go w stosunku do końców innych bomów podobnej konstrukcji. Bom może być wykonany z dwóch części wkręcanych w tuleję łączącą 6, stwarzając możliwości do regulowaniu długości bomu. Otwory 7 na końcach bomu stwarzają środki dla powiązania z zamkniętymi oczkami 5' sąsiednich bomów.

Fig. 15 pokazuje inny kształt bomu, zawierającego ukształtowany w postaci koryta element, którego podstawa 8 tworzy belkę ściskaną. Podwyższona część środkowa krawędzi

uksztaltowanego w kształcie koryta elementu jest ukształtowana z wybraniami 9 dla przyjęcia końców korytek bomów podobnej konstrukcji, jak na fig. 16 i przewiduje elementy dla rozciąganego połączenia poszczególnych bomów, przy tworzeniu podstawowych nierozłączek rozciąganych i ich zestawów, jakie były opisane. Tu podstawa bomu tworzy belkę ściszaną i jej górne krawędzie tworzą rozciągane trójkąty i elementy rozciągane, łączące wierzchołki trójkątów rozciąganych z miejscami na belce w obszarze, w którym belki sąsiednich zespołów są połączone razem w pozornej ciągłości, tj. w środku bomów. Równoważność działaniowa korytkowego bomu z rozpórki i ciągnem z fig. 4—6 staje się pozorna, gdy naprężenia rozciągające są rozłożone tak, jak to zostało pokazane kreskową linią T na fig. 16, a podstawa korytka jest uważana jako pozornie ciągle ściszana rozpórka C, tworząca części dwóch podstawowych trójnogów nierozłączki rozciąganej. Z drugiej strony względy rozciągania i ściskania wyrażają się w charakterystycznym kształcie nazwanym „bomem B”. Bomby mogą być wiązane wewnętrznie za pomocą perforowanych pasków metalu 10, wspawanych lub inaczej związanych z bokami korytka.

Fig. 17 pokazuje 270-ciorozpórkową nierozłączkę rozciąganą kuli geodezyjnej z pojedynczo wiązanymi, dodatnio skręcanymi trójkątami, skonstruowanych z korytkowych lub rynienkowych bomów z fig. 15. Trójkąty, sześciokąty, pięciokąty zestawu nierozłączek rozciąganych mogą być pokryte dowolną, odpowiednią plastikową lub metalową powłoką, taką jak wyposażone w kołnierze metalowe czasze pokazane w miejscach 11 i 12. Trójkątne czasze mogą być płaskie a sześciokątne i pięciokątne czasze mogą być wykonane z płaskich arkuszy, wyginanych odpowiednio do kształtu sześciu lub pięciokątnych powierzchni, jak to zostało pokazane na rysunku. Całkowity rozdział wód został zdobyty za pomocą tej konstrukcji, gdyż każdy rynienkowy bom wchodzi w środek sąsiedniego bomu, tworząc gwiazdzisty model okapowych koryt dla powłoki powierzchniowej.

Fig. 18 przedstawia nieciągłą konstrukcję ściszaną, w której podwójne linie przedstawiają ścisrane rozpórki, a linie pojedyncze przedstawiają elementy rozciągane. W razie potrzeby ścisrane belki lub rozpórki 1 podstawowych nierozłączek rozciąganych i ich zespołów z fig. 1—3 mogą być zastąpione przez

nieciągłe ścisrane rozpórki wykonane według fig. 18. Wynika z tego konstrukcja obejmująca zespół rozciąganych i ścispanych części składowych 1, 2, 3, ułożone w nieciągły ścispany układ, w którym same ścispane elementy składowe 1 zawierają zespół ścispanych i rozciąganych części składowych, ułożonych w nieciągły układ ścispany z fig. 18, w którym wysepki ściskania (1), w początkowym nieciągłym układzie ścispanym, są stopniowo zmniejszane. Zmniejszone wysepki ściskania, reprezentowane przez rozpórki, pokazane podwójnymi liniami na fig. 18, mogą z kolei być zastąpione przez nieciągłe rozpórki ścispane, wykonane zgodnie z tym co można by sobie wyobrazić jako w zmniejszonej podziałce wersję z fig. 18, z wynikiem pokazanym na fig. 19, która jest powiększeniem szczegółu z fig. 18.

Dzięki nieciągłemu ścisnaniu w zespole nierozłączek rozciąganych według wynalazku, miejscowe rozciąganie w tym układzie może być napinane lub zwalniane, ażeby umożliwić kuli z nierozłączek rozciąganych na składanie dla transportu za pomocą samolotu, śmigłowca lub rakiety. Po samoczynnym zluźnieniu napinających naprężeń i zajęciu położenia zwiotczonego, przy zluźnionych naprężeniach przed przywróceniem początkowych sił rozciągających, taka kula (lub kopuła) przypomina jej pierwotny kształt i będzie nią znów w ten sposób stwarzając samonaprzężającą się konstrukcję.

Powołując się na fig. 20—22 zostanie teraz opisana inna realizacja wynalazku, w której bomby również obejmują elementy powierzchniowe dla geodezyjnej kopuły. Ten bom może zawierać ukształtowany w postaci koryta element, podobny do bomu pokazanego na fig. 15, którego podstawa 8' tworzy belkę ściszaną i którego górne krawędzie są zaprojektowane tak, aby były naprężane na rozciąganie. Wybrania 9' są przystosowane do przyjęcia końców koryt bomów podobnej konstrukcji. Para na ogół trójkątnych arkuszy 13, 14 sięga w bok od każdej krawędzi koryta, tworząc duży trójkąt 13 i mały trójkąt 14 z każdej strony bomu. Duże trójkąty są po przeciwnych stronach bomu. Dotyczy to również małych trójkątów. Na skutek tego szczególnego układu zespół podobnych elementów składowych dla utworzenia geodezyjnej nierozłączki rozciąganej (fig. 21) zawiera pięć lub sześć dużych trójkątów 13, współpracujących dla utworzenia powierzchni pięciokąta lub sześciokąta, zależ-

nie od okoliczności (patrz pięciokąty i sześciokąty nierozłączki rozciąganej z fig. 11) oraz trzy małe trójkąty 14, współpracujące dla utworzenia powierzchni trójkątów nierozłączki rozciąganej. Najkorzystniej jest, gdy krawędzie trójkątów są zwinięte w kształt korytka, tak jak to jest pokazane w miejscu 15, w celu ułatwienia tworzeniu się odprowadzania wód. Również najkorzystniej jest, gdy trójkąty są wygięte w kształt podobny do płatków kwiatu, jak to pokazuje rysunek, w celu uzyskania zachodzących za siebie ozdób w kształcie irysu oraz w celu dostosowania elementów powierzchniowych do kształtu rozciąganych części bomu wraz z ich nachylonymi końcami.

Należy przypomnieć, że przy opisywaniu konstrukcji geodezyjnej kuli z nierozłączek rozciąganych o 270 bomach, z powołaniem się na współczynniki konstrukcyjne podane na fig. 7, zostało wykazane, że długość wszystkich bomów będzie taka, jaka odpowiada kątowi $25^{\circ} 14'30''$ kuli. W ten sposób wszystkie pięć różnych części składowych w postaci bomów z fig. 7 mają tę samą wspólną długość rozpórki, tak że 270-ciorozpórkowa nierozłączka rozciągana z fig. 10 jest całkowicie skonstruowana z części składowych w postaci bomów wykorzystujących jedną znormalizowaną długość rozpórki. Zostało stwierdzone, że to uproszczenie może być przeprowadzone o jeden stopień dalej, przez skonstruowanie 270-ciorozpórkowej nierozłączki rozciąganej zarówno według fig. 10 jak i fig. 11 z jednego jedynego bomu B, zawierającego rozpórkę o znormalizowanej długości oraz znormalizowany kształt rozciąganego cięga. Na przykład skonstruowana została podwójnie wiązana nierozłączka rozciągana z fig. 10, całkowicie z takiej jednej jedynej konstrukcji bomu B, który będzie zaraz opisany w przetłumaczeniu na jego główne wymiary. Długość bomu, jak poprzednio, będzie taka, jaka odpowiada kątowi $25^{\circ} 14'30''$ wymaganej kuli. Wracając do bomu u góry fig. 7, współczynniki do projektowania jednego jedynego bomu będą miały wartości:

A—A	0,187
A—B	0,066
B—C	0,187
Wysokość	0,024

Jeżeli dana jest wielkość kuli, jaka ma być skonstruowana, to te współczynniki są stosowane jako mnożniki dla bezpośredniego obliczenia wymiarów cięgien z drutu jednego jedynego składnika w postaci bomu. Współczyn-

niki te zostają poprostu przemnożone przez promień wymaganej kuli.

Zgodnie z tym dalszym uproszczeniem, jeden jedyny bom B sam realizuje każdą daną wielkość konstrukcji kulistej o widocznie dających się zaniedbać promieniowych zmianach kulistości powierzchni i o każdym powtarzalnym współczynnikowym mnożeniu samodzielenia, aż do powyżej biliona razy powtarzane-go. Wyłania się tu niespodziewana i mająca znaczenie właściwość kuli z rozciąganych nierozłączek według wynalazku, gdyż dawniejsze pomysły identycznego podziału kuli sugerowały, że górna granica tego rodzaju podziału jest sześćdziesiąt identycznych części składowych lub sto dwadzieścia części składowych zawierających sześćdziesiąt dodatnich i sześćdziesiąt ujemnych (odbicie lustrzane) części składowych. Nierozłączka rozciągana według niniejszego wynalazku pozwala teraz na kuliste konstrukcje o dowolnej wielkości i dowolnej częstości podziału, zarówno o pojedynczej jak i wielokrotnej warstwie związanej z zastosowaniem tylko jednej jedynej części składowej w postaci bomu. Dotychczas taką jednorodność można było stosować z powodzeniem tylko w prostoliniowych konstrukcjach, gdyż wydawało się, że konstruowanie kul było wyłączone z takiego prostego postępowania. Jednak w nierozłączce rozciąganej znaleziono klucz do nowej jednorodności w budowie konstrukcji kulistych, który otwiera drzwi do praktycznej konstrukcji kul i kulistych kopuł o faktycznie nieograniczonej wielkości, bez utrudniającej złożoności montowania.

Gdy wielkość konstrukcji i liczba identycznych części składowych wzrasta, to środkowy kąt kuli obejmowany przez pojedynczą część składową i długość cięgiwy, przedstawianej przez każdą część składową, zostają na tyle zmniejszone w stosunku do wielkości kuli, że łuk wzniesień cięgien rozciąganych może być zaniedbany. Poddane rozciąganiu szczeliny pomiędzy sąsiednimi bomami stają się w ten sposób faktycznie niewidoczne i bomy zwodniczo wydają się, że są ustawione w szereg, w ciągłym zetknięciu ściskany. Pomimo wszystko nie znajdują się one w takim ciągłym zetknięciu ściskany i dlatego nie podlegają działaniu obwodowych naprężeń stykowych, bardziej konwencjonalnego układu ściskanego. Zamiast tego, przez wzajemne działanie rozciąganych cięgien, każdy bom jest ciągnięty promiennie do wewnątrz w rozciągany połączeniu.

W takich wielokrotnie powtarzanych uszeregowaniach rozciągane cięgna bomów najkorzystniej jest tworzyć przez stanowiące jedną całość kołnierze lub żebra na bomach, jak na fig. 16 i dlatego właściwość nieciągłego rozciągania konstrukcji staje się niewidoczna i może być tylko spostrzeżona według analizy kolejnych stopni nierozłączki rozciąganej, od tepi poprzez trójrzopórkowy ośmiowierzchołkowy układ, jak to było opisane z powołaniem się na fig. 1—3.

Terminologia i wyrażenia, które zostały tu użyte, stosuje się w znaczeniu opisowym, a nie w znaczeniu wiążącym, oraz nie wyłącza się takich odmian opisanego wynalazku, które mieszczą się w zakresie zastrzeżeń.

Zastrzeżenia patentowe

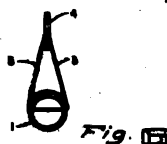
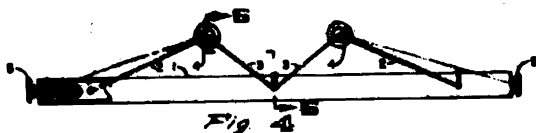
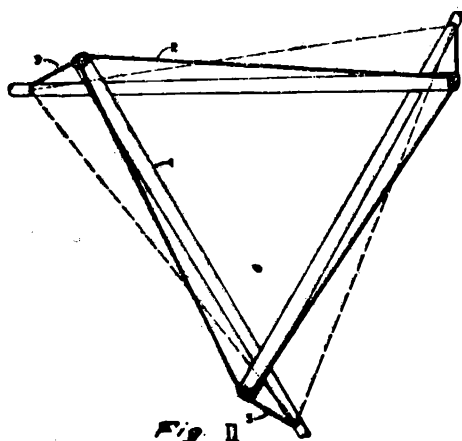
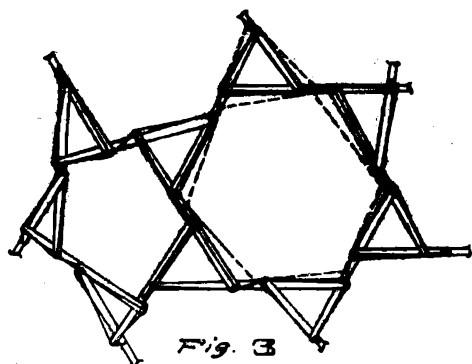
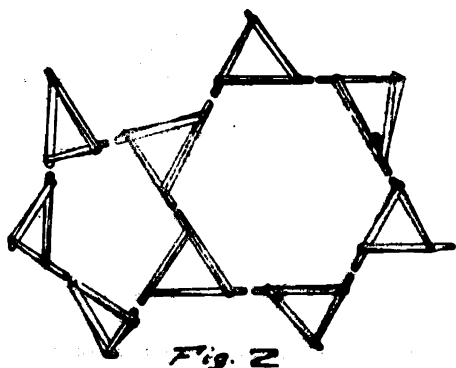
1. Konstrukcja budowlana, znamienne, tym, że ma mnogość nieciągłych belek ściskanych, ułożonych w zespoły po trzy nie łączące się belki, połączone za pomocą elementów rozciąganych tworzących rozciągane trójkąty, przy czym belki sąsiednich zespołów są łączone w pozornej ciągłości, a elementy rozciągane łączą wierzchołki rozciąganych trójkątów z miejscem na belce w obszarze, w którym belki sąsiednich grup są wzajemnie łączone w pozornej ciągłości.
2. Konstrukcja budowlana według zastrz. 1, znamienne, tym, że wymienione nieciągle belki ściskane są utworzone z rozpórek, a wymienione elementy rozciągane — z elementów linowych.
3. Konstrukcja budowlana według zastrz. 1, znamienne, tym, że wspomniane nieciągle ściskane belki tworzą podstawy z elementów korytkowych, a wspomniane elementy rozciągane tworzą krawędzie wspomnianych elementów korytkowych.
4. Konstrukcja budowlana według zastrz. 1—3, znamienne, tym, że osie wspomnianych belek każdego zespołu z trzech belek są w przestrzeni ułożone z częściowym nakrywaniem się, tak że siły osiowe belek w miejscach gdzie są one łączone ze wspomnianymi elementami ciągnionymi będą dodawać się w celu wytwarzania sił skręcających, usiłujących obrócić trójkąt rozciągany.
5. Konstrukcja budowlana według zastrz. 4, znamienne, tym, że rogi sąsiednich trójkątów rozciąganych są oddalone od siebie, na skutek czego siły osiowe sąsiednich nieciągłych belek sąsiednich trójkątów rozciąganych będą się dodawać w celu wytworzenia sił skręcających, dodatkowych do sił usiłujących obrócić trójkąt rozciągany.
6. Konstrukcja budowlana według zastrz. 4, znamienne, tym, że rogi sąsiednich trójkątów rozciąganych częściowo zachodzą za siebie, na skutek czego siły osiowe sąsiednich nieciągłych belek sąsiednich trójkątów rozciąganych będą się dodawały, w celu wytworzenia sił skręcających przeciwnych do sił usiłujących obrócić trójkąt rozciągany.
7. Konstrukcja budowlana według zastrz. 1—6, znamienne, tym, że wspomniane ściskane belki są rozpórkami ukształtowanymi jako nieciągle elementy ściskane.
8. Konstrukcja budowlana obejmująca zespół rozciąganych i ściskanych elementów składowych, ułożonych w nieciągły układ ściskany, znamienne, tym, że ściskane części składowe obejmują zespół ściskanych i rozciąganych elementów składowych, ułożonych w nieciągły układ ściskany, na skutek czego wysepki ściskania w początkowym nieciągłym układzie ściskany zostają stopniowo zmniejszane.
9. Część składowa do stosowania w konstrukcji budowlanej według zastrz. 1—8, znamienne, tym, że składa się z rozpórki i giętkiego cięgna rozciąganego, zakotwiczonego za sąsiednie końce wymienionej rozpórki, przy czym wymienione cięgno jest także przymocowane w pobliżu jej środka lub mniej więcej w środku rozpórki oraz są przewidziane elementy do łączenia utworzonych dwóch pętli cięgna z końcami dwóch innych elementów składowych podobnej konstrukcji.
10. Część składowa do stosowania w konstrukcji budowlanej według zastrz. 1—8, znamienne, tym, że składa się z elementu korytkowego, którego podstawa tworzy belkę ściskaną, przy czym są przewidziane elementy graniczące z krawędziami wymienionego elementu korytkowego do łączenia go z końcami dwóch innych części składowych podobnej konstrukcji.
11. Część składowa według zastrz. 10, znamienne, tym, że para naogół trójkątnych arkuszy rozciąga się po bokach każdej krawędzi wspomnianego korytka.

12. Część składowa według zastrz. 11, znamienna tym, że wspomniane arkusze tworzą duże trójkąty i małe trójkąty z każdej strony korytka, na skutek czego zespół podobnych części składowych do utworzenia geodezyjnej nierozłączki rozciąganej obejmuje pięć lub sześć dużych trójkątów współdziałających do utworzenia powierzchni pięciokąta lub sześciokąta (za-

leżnie od okoliczności) i trzech małych trójkątów współdziałających do utworzenia powierzchni trójkątów nierozłączki rozciąganej.

Richard Buckminster Fuller

Zastępca: mgr Józef Kamiński
rzecznik patentowy



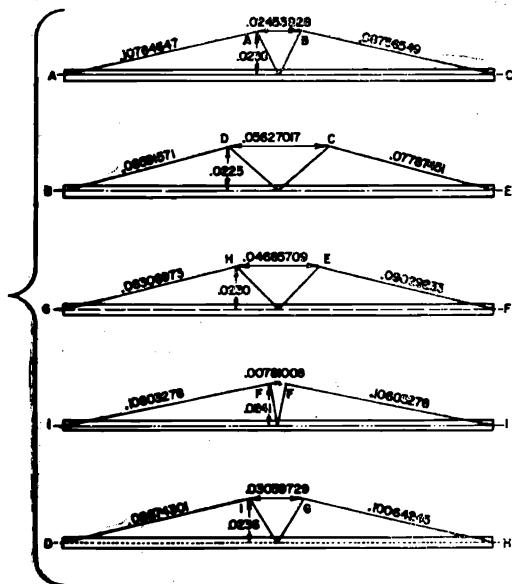


Fig. 7

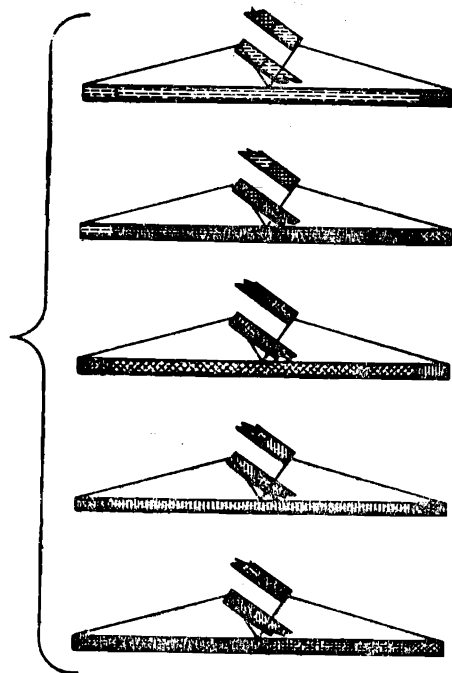


Fig. 8

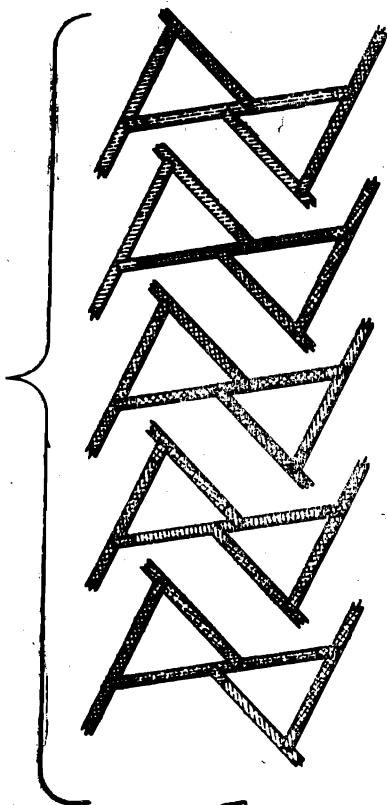


Fig. 9

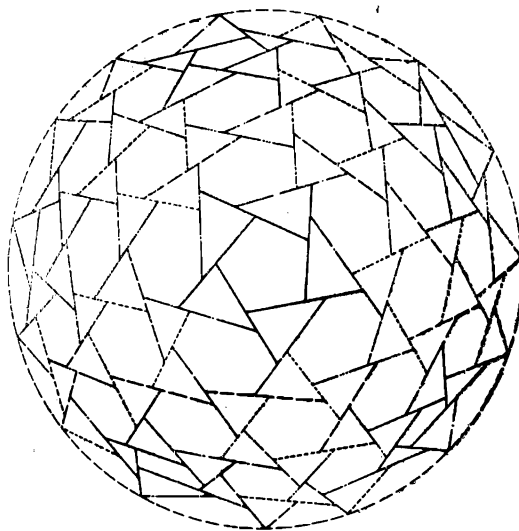


Fig. 10



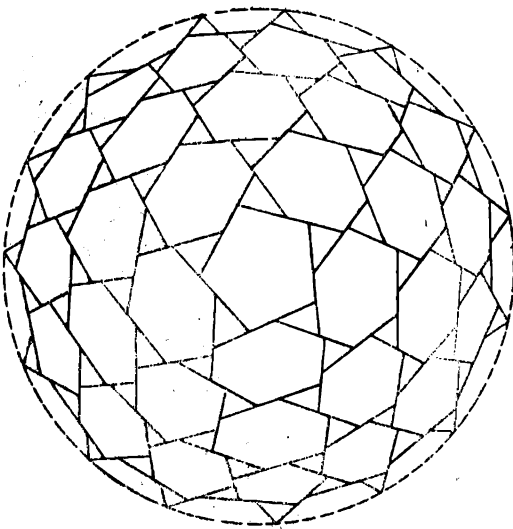


Fig. 10

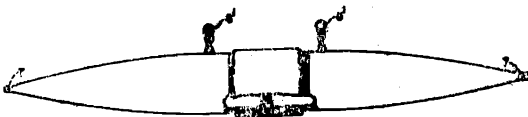


Fig. 14

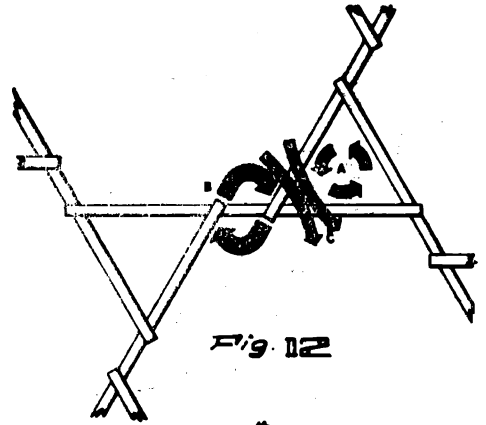


Fig. 12

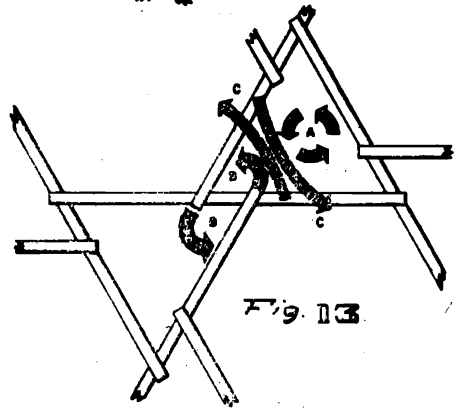


Fig. 13

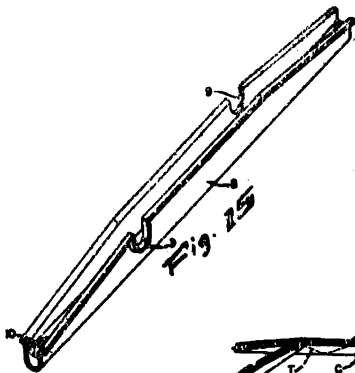


Fig. 15

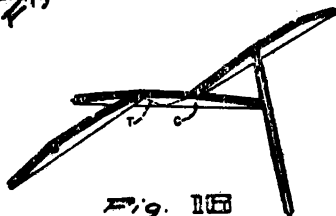


Fig. 16

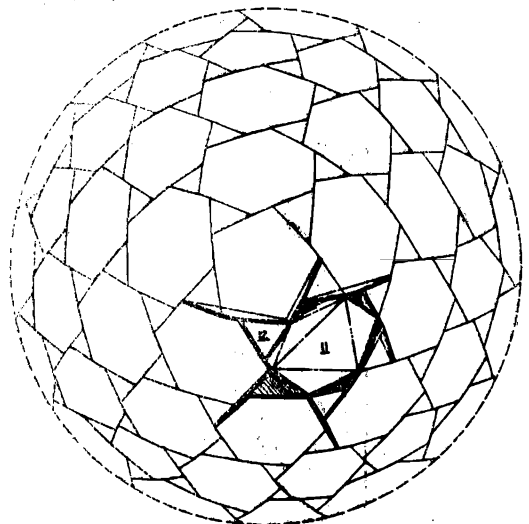


Fig. 17

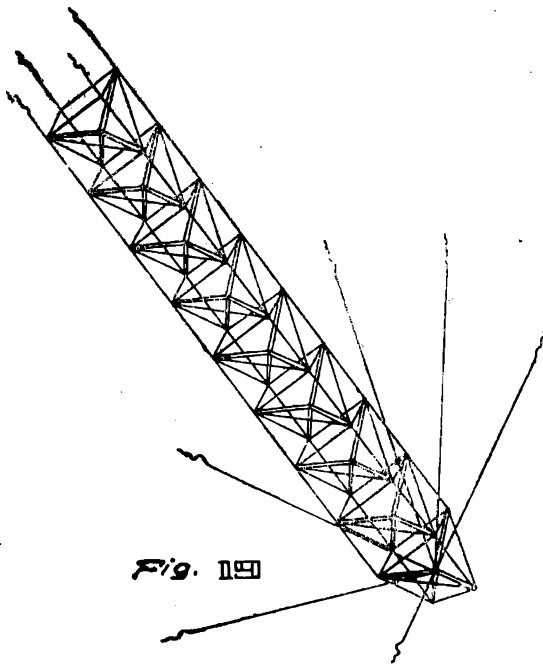


Fig. 119

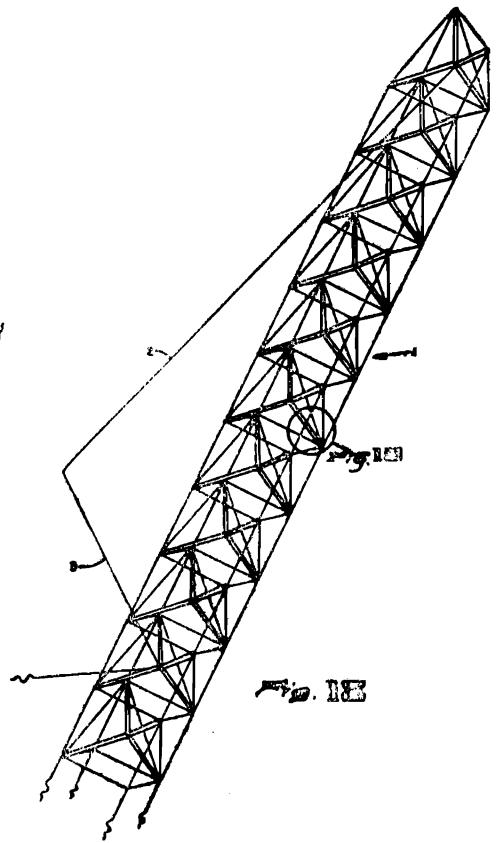


Fig. 118

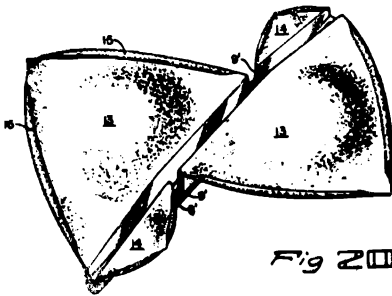


Fig. 20

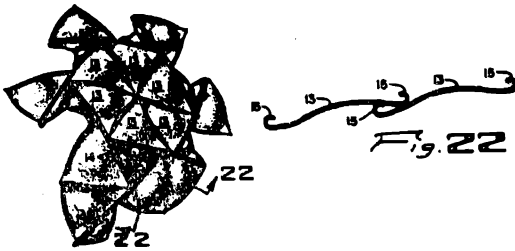


Fig. 21

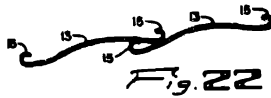


Fig. 22