

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **241580**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **425464**

(22) Data zgłoszenia: **09.05.2018**

(51) Int.Cl.

E04B 1/32 (2006.01)

A63H 33/04 (2006.01)

(54) **Kopuła wieloelementowa i element do konstrukcji kopuły wieloelementowej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
18.11.2019 BUP 24/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.10.2022 WUP 44/22

(73) Uprawniony z patentu:

**NAWRACAŁA PIOTR STAMPTEX,
Zielona Góra, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

PIOTR NAWRACAŁA, Zielona Góra, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Adam Pawłowski

PL 241580 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest kopuła wieloelementowa i element do konstrukcji kopuły wieloelementowej.

Kopuły to popularne konstrukcje architektoniczne, wykorzystywane jako sklepienia budowli lub też jako samodzielne budowle (typu igloo). Ze względu na swój półkulisty kształt, są budowlami dość trudnymi w wykonaniu, wymagającymi odpowiedniego i precyzyjnego przygotowania, w celu precyzyjnego wykonania krzywizn powierzchniowych.

Znane są różnego rodzaju konstrukcje kopuł wieloelementowych. W szczególności, znane są konstrukcje, w których kopuły budowane są z przyległych do siebie elementów wykonanych jako złożenie elementów płaskich, których płaszczyzna po złożeniu ustawiona jest prostopadłe do płaszczyzny głównej powierzchni kopuły.

Z międzynarodowego zgłoszenia patentowego WO2014142763A1 znana jest struktura do tworzenia różnego rodzaju płaszczyzn, tworząc siatkę powstałą przez połączenie wielu różnych elementów wielokątnych utworzonych z płaskiego materiału ustawionego prostopadłe do powierzchni, którą ma taka struktura współtworzyć. Dokument ten nie wskazuje jednak żadnego konkretnego kształtu pojedynczego elementu, który byłby szczególnie korzystny do tworzenia kopuły.

Z patentu amerykańskiego US6134849 znana jest kopuła utworzona z płaskich paneli, z których każdy jest utworzony przez zagięcie krawędzi i łączenie tych krawędzi z sąsiednimi. Panele mają kształt kwadratów lub trójkątów i utworzona z nich powierzchnia jest jedynie przybliżeniem półkolistej, oczekiwanej kształtu kopuły. Ponadto, nie ma określonych zależności pomiędzy panelami kolejnych poziomów kopuły i wymagają one bardzo precyzyjnych wyliczeń przy projektowaniu.

Z międzynarodowego zgłoszenia patentowego WO2016178168A1 znana jest konstrukcja kopuły wykonana z prostokątnych paneli tworzących układ cegiełek wsuwanych jedna w drugą.

Z międzynarodowego zgłoszenia patentowego WO2010031118A1 znana jest konstrukcja kopuły wykonanej z jednakowych trójkątnych elementów.

Celowym byłoby opracowanie alternatywnej konstrukcji kopuły wieloelementowej, której elementy można by wykonywać w prosty sposób, w celu uzyskania kopuły o dokładnie półkolistej powierzchni zewnętrznej i dużej wytrzymałości.

Przedmiotem wynalazku jest kopuła wieloelementowa zbudowana z rozmieszczonych na co najmniej dwóch poziomach, przyległych do siebie elementów konstrukcyjnych złożonych z płaskich wykrojów, przy czym powierzchnia płaskiego wykroju jest prostopadła do powierzchni głównej kopuły, charakteryzująca się tym, że elementy konstrukcyjne mają trapezoidalny kształt, przy czym ich ścianki boczne są utworzone z płaskiego wykroju, którego krawędzie boczne przebiegają wzdłuż odcinka pierścienia o wspólnej dla wszystkich elementów szerokości (s), którego zewnętrzna średnica jest równa średnicy koła wielkiego kopuły, przy czym dolna podstawa elementu na poziomie wyższym równa jest górnej podstawie elementu na poziomie niższym.

Korzystnie, ramiona są równe dolnej podstawie elementu konstrukcyjnego.

Korzystnie, pomiędzy ścianami bocznymi znajduje się przegroda.

Przedmiotem wynalazku jest ponadto element do konstrukcji kopuły wieloelementowej, charakteryzujący się tym, że ma trapezoidalny kształt, a jego ścianki boczne mają w rozłożeniu kształt płaskiego wykroju, którego krawędzie boczne przebiegają wzdłuż odcinka pierścienia, którego zewnętrzna średnica jest równa średnicy koła wielkiego kopuły dla której przeznaczony jest ten element.

Korzystnie, ramiona są równe dolnej podstawie elementu konstrukcyjnego.

Korzystnie, pomiędzy ścianami bocznymi znajduje się przegroda.

Korzystnie, element ma ścianki boczne zbudowane z dwóch płaskich wykrojów przy których bokach znajdują się klapy i zawiera przegrodę wewnętrzną zbudowaną z płaskiego wykroju z zagiętymi klapami bocznymi, w których znajdują się wycięcia, które w zmontowanym elemencie konstrukcyjnym obejmuje przylegające do siebie klapy wykrojów wykroju.

Korzystnie, w ścianie bocznej na co najmniej jednym boku ma wycięcia przystosowane do umieszczania w nich łącznika.

Korzystnie, element jest zbudowany z papieru, w szczególności tektury, w szczególności tektury falistej.

Przedmiot rozwiązania został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym:

Fig. 1 przedstawia przykład wykonania kopuły wieloelementowej według wynalazku;

Fig. 2A przedstawia element składowy kopuły w postaci płaskiej;

Fig. 2B przedstawia element składowy kopuły w postaci złożonej;

Fig. 3A, 3B, 3C przedstawiają wyznaczanie kształtu elementów składowych kopuły;

Fig. 3C przedstawiają złożone elementy składowe kolejnych warstw kopuły;

Fig. 4A, 4B przedstawiają inny przykład wykonania kopuły wieloelementowej z elementów przedstawionych na Fig. 5A–5D oraz 6A–6F.

Kopuła według wynalazku, przedstawiona w podstawowym przykładzie wykonania na Fig. 1, jest zbudowana z wielu elementów czworokątnych rozmieszczonych na kolejnych poziomach 110, 120, 130 i elementów trójkątnych rozmieszczonych na najwyższym poziomie 140. Najwyższy poziom 140 jest opcjonalny i może nie występować, jeśli kopuła ma mieć otwarty wierzchołek, lub też wierzchołek kopuły może być przykryty dowolnym innym elementem. Istotne w konstrukcji kopuły według wynalazku są przede wszystkim poziomy podstawowe, wykonane z elementów czworokątnych 110, 120, 130.

Element czworokątny 110 wykonany jest z płaskiego wykroju wyciętego z pierścienia, jak przedstawiono na Fig. 2A i składa się z segmentów 111–114, które po zagięciu wzdłuż linii pomiędzy segmentami tworzą element w postaci złożonej jak przedstawiono na Fig. 2B.

Element czworokątny przedstawiony na Fig. 2B ma kształt trapezoidalny, to znaczy ma zasadniczo równoległe względem siebie podstawy dolną 112 i górną 114, przy czym podstawa górna 114 jest krótsza od podstawy dolnej 112, oraz równe ramiona 111, 113. Korzystnie, długość ramion 111, 113 jest równa długości podstawy dolnej 112.

Fig. 3A i 3B przedstawiają sposób wymiarowania elementów czworokątnych 110, 120, 130 do wykonania kolejnych warstw kopuły (w odróżnieniu od Fig. 1, przedstawiono przykład wykonania dla kopuły z siedmioma poziomami).

Zależności pomiędzy wymiarami są następujące:

$$\begin{aligned} a_1 &= \cos(b) \cdot b \\ a_2 &= \cos(b + a_1) \cdot b \\ a_3 &= \cos(b + a_1 + a_2) \cdot b \\ a_x &= \cos(b + \Sigma a_1 + \dots + a_x) \cdot b \end{aligned}$$

Elementy wymiaruje się w ten sposób, że koło wielkie 10 kopuły (to znaczy koło o średnicy równej średnicy zewnętrznej podstawy kopuły do wykonania) dzieli się na wiele równych wycinków 11 (w przedstawionym przykładzie – 16 wycinków) przyległych do siebie wzdłuż promieni koła 10.

Oznaczenie „s” na Fig. 3B określa szerokość elementu, która jest wspólna dla wszystkich elementów.

Miara (tj. wielkość kątowa) podstawy dolnej (b) elementu pierwszego poziomu na poziomie płaszczyzny podziału kuli kołem wielkim 10 równa jest mierze łuku, wynikającej z podziału koła na wycinki 11 (w przedstawionym przykładzie: na 16 wycinków, co daje $360^\circ : 16 = 22,5^\circ$).

Miara podstawy górnej a_x elementu każdego poziomu jest zależna od cosinusa sumy miar kątowych danego poziomu i poprzedzających go poziomów.

Jak przedstawiono na Fig. 3D, element pierwszego poziomu ma podstawę dolną i ramiona o mierze b oraz podstawę górną o mierze a_1 . Element drugiego poziomu ma podstawę dolną i ramiona o mierze a_1 oraz podstawę górną o mierze a_2 itd.

Taki sposób wymiarowania elementów czworokątnych powoduje, że wszystkie elementy kolejnych warstw kopuły mają postać wycinków pierścieni o tej samej szerokości s, przy czym miara danego wycinka (równa sumie miar podstaw i ramion bocznych elementu danej warstwy) jest zależna od warstwy, w której znajduje się dany element. Dzięki temu możliwe jest przygotowanie parku maszynowego do wytwarzania elementów o powtarzalnych wymiarach, co ułatwia proces produkcyjny.

Elementy konstrukcyjne kopuły mogą być wytwarzane z wykrojów z różnego rodzaju materiałów, przykładowo z papieru (w szczególności kartonu, w szczególności z tektury falistej), drewna, tworzywa sztucznego czy metalu. Po złożeniu wykrojów płaskich, ich krawędzie mogą zostać ze sobą złączone na różne sposoby, przykładowo poprzez klejenie, zgrzewanie, spawanie lub za pomocą dodatkowych elementów, takich jak zszywki czy nity. Poszczególne elementy konstrukcyjne zestawione w kształt kopuły mogą być ze sobą łączone poprzez klejenie, zgrzewanie, spawanie lub za pomocą dodatkowych elementów łączeniowych.

Fig. 4A, 4B przedstawiają szczególny przykład wykonania kopuły 200, z elementów przedstawionych na Fig. 5A–5D, które są szczególnie korzystne do wykonania z wykrojów tekturowych.

Jest to materiał przyjazny dla środowiska, może podlegać recyklingowi i jest łatwo dostępny. Łatwo się kształtuje i jest niedrogi. Przykładowo, może to być tektura falista trzywarstwowa lub pięciowarstwowa, w zależności od wymogów wytrzymałościowych dla danego elementu. Przegroda i ścianki boczne mogą być wykonane z tego samego materiału, alternatywnie przegroda może być wykonana z innego materiału niż ścianki boczne.

Elementy konstrukcyjne 210, 220, 230, 240 na poszczególnych poziomach charakteryzują się przede wszystkim tym, że pomiędzy ich ścianami bocznymi 211–214 znajduje się wewnętrzna przegroda 215. Korzystnie, wewnętrzna przegroda 215 styka się z wewnętrzną powierzchnią wszystkich ścianek bocznych 211–214.

Ścianki boczne 211–214 powstają poprzez zagięcie dwóch wykrojów 311, zwymiarowanych zgodnie z zasadami określonymi na Fig. 3A–3D.

Po bokach wykroju 311 przedstawionego na Fig. 6C znajdują się kłapy 312, 313, które mają wysokość h_1 mniejszą od wysokości s_1 wykroju w części głównej ścianki bocznej. Po złożeniu wykroju ścianki bocznej 311, kłapy 312, 313 jednego wykroju przylegają do kłap drugiego wykroju, z którym wzajemnie tworzą ścianki boczne 211–214.

Kłapy 312, 313 są zagięte wzdłuż linii odpowiednio 315, 316 prostopadłych względem krawędzi bocznej wykroju, tak że dwa złożone ze sobą wykroje 311 mają równoległe względem siebie krawędzie boczne. Ścianka boczna elementu przedstawionego na Fig. 6A–6B powstaje poprzez zmontowanie dwóch złożonych wykrojów 311.

Przegroda wewnętrzna 215 powstaje poprzez zagięcie wykroju 321 przegrody, przedstawionego na Fig. 6D, który ma korpus 322 z kłapami 323, 324. Korpus 322 ma obwiednię o kształcie odpowiadającym wewnętrznemu obrysowi przekroju elementu konstrukcyjnego, tak że w zmontowanym elemencie krawędzie korpusu 322 przylegają do wewnętrznych powierzchni ścianki bocznej. W kłapach 323, 324 znajdują się wycięcia 325, 326, które w zmontowanym elemencie obejmują przylegające do siebie kłapy 312, 313, utrzymując je w tak zmontowanej pozycji celem zachowania integralności elementu konstrukcyjnego. Kłapy 323, 324 mają wysokość h_2 nie większą od wysokości h_1 kłap 312, 313, tak aby nie wystawały poza obrys elementu konstrukcyjnego,

W wykroju przegrody wewnętrznej 321 może się znajdować co najmniej jeden otwór 327, który służy obniżeniu masy przegrody.

Korzystnie, przegroda umieszczona jest w połowie szerokości s elementu konstrukcyjnego.

Takiego typu element jest względnie prosty w montażu, nie wymaga stosowania kleju czy zszywek i ma zapewnioną sztywność we wszystkich kierunkach.

Ponadto, w wykroju 311 ścianki bocznej na każdym z boków, który jest przewidziany do tego, aby mógł stykać się z bokiem sąsiedniego elementu w celu połączenia z nim do skonstruowania kopuły, znajdują się wycięcia 314, które umożliwiają łączenie ze sobą elementów konstrukcyjnych za pomocą łączników 330 przedstawionych na Fig. 6E, 6F.

Łącznik 330 utworzony jest z wykroju 331 posiadającego w powierzchni 332 centralne prostoliniowe wycięcie 334, przedzielone prostopadłą do niego linią gięcia 333. Po złożeniu wykroju wzdłuż linii gięcia 333, wycięcie 334 przebiega od krawędzi w głąb łącznika. Elementy konstrukcyjne mogą być łączone ze sobą poprzez przystawienie ich do siebie tak, aby ich ścianki boczne przylegały do siebie, a wycięcia 314 pokrywały się ze sobą, umożliwiając wsunięcie w nie łącznika 330 i tym samym sczepienie sąsiednich elementów konstrukcyjnych ze sobą. Łącznik 330 jest wówczas ustawiony prostopadłe względem ścianek bocznych elementów konstrukcyjnych, tak że jego powierzchnia 332 jest objęta przez wycięcia 314 w ściankach bocznych, a jednocześnie wycięcia 334 łącznika 330 obejmują ścianki boczne.

Elementy 220–240 mogą być skonstruowane analogicznie do elementu 210.

Elementy tekturowe mogą być dostarczane w zestawach handlowych w postaci rozmontowanej, do samodzielnego montażu kopuły przez użytkownika.

Zastrzeżenia patentowe

1. Kopuła wieloelementowa zbudowana z rozmieszczonych na co najmniej dwóch poziomach, przyległych do siebie elementów konstrukcyjnych złożonych z płaskich wykrojów, przy czym powierzchnia płaskiego wykroju jest prostopadła do powierzchni głównej kopuły, **znamienna tym**, że elementy konstrukcyjne mają w przekroju w płaszczyźnie prostopadłej do promienia

kopuły trapezoidalny kształt, przy czym ich ścianki boczne (111–114, 211–214) są utworzone z płaskiego wykroju, którego krawędzie boczne przebiegają wzdłuż wycinka pierścienia o wspólnej dla wszystkich elementów szerokości (s), którego zewnętrzna średnica jest równa średnicy koła wielkiego kopuły (100, 200), przy czym dolna podstawa (112, 212) elementu na poziomie wyższym ma kształt i powierzchnię równe kształtowi i powierzchni górnej podstawy (114, 214) elementu na poziomie niższym.

2. Kopuła według zastrz. 1, **znamienna tym**, że ścianki boczne (111, 113; 211, 213) są równe dolnej podstawie (112, 212) elementu konstrukcyjnego.
3. Kopuła według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że pomiędzy ścianami bocznymi (211–214) znajduje się przegroda (215).
4. Element do konstrukcji kopuły wieloelementowej, **znamienny tym**, że ma w przekroju w płaszczyźnie prostopadłej do promienia kopuły trapezoidalny kształt, a jego ścianki boczne (111–114, 211–214) mają w rozłożeniu kształt płaskiego wykroju, którego krawędzie boczne przebiegają wzdłuż odcinka pierścienia, którego zewnętrzna średnica jest równa średnicy koła wielkiego kopuły (100, 200) dla której przeznaczony jest ten element.
5. Element według zastrz. 4, **znamienny tym**, że jego ścianki boczne (111, 113; 211, 213) są równe dolnej podstawie (112, 212) elementu konstrukcyjnego.
6. Element według zastrz. 4 albo 5, **znamienny tym**, że pomiędzy ścianami bocznymi (211–214) znajduje się przegroda (215).
7. Element według zastrz. 4 albo 5 albo 6, **znamienny tym**, że ma ścianki boczne zbudowane z dwóch płaskich wykrojów (311) przy których bokach znajdują się klapy (312, 313) i zawiera przegrodę wewnętrzną zbudowaną z płaskiego wykroju (321) z zagiętymi klapami bocznymi (323, 324), w których znajdują się wycięcia (325, 326), które w zmontowanym elemencie konstrukcyjnym obejmuje przylegające do siebie klapy (312, 313) wykrojów wykroju (311).
8. Element według zastrz. 4 albo 5 albo 6 albo 7, **znamienny tym**, że w ścianie bocznej na co najmniej jednym boku ma wycięcia (314) przystosowane do umieszczania w nich łącznika (330).
9. Element według zastrz. 4 albo 5 albo 6 albo 7 albo 8, **znamienny tym**, że jest zbudowany z papieru, w szczególności tektury, w szczególności tektury falistej.

Rysunki

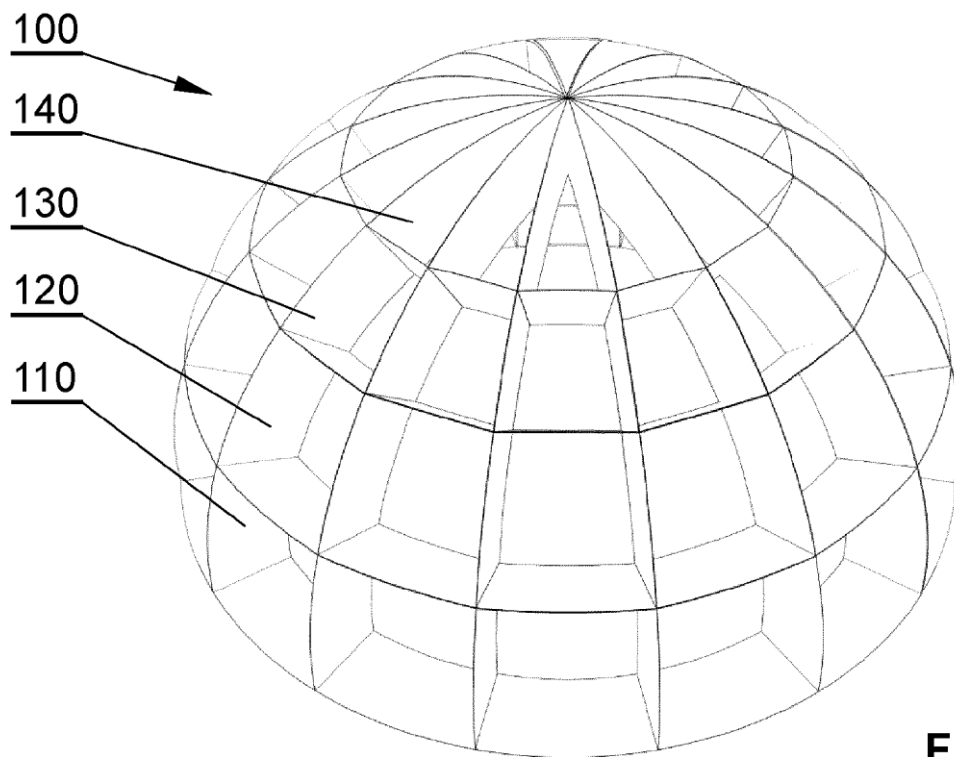


Fig. 1

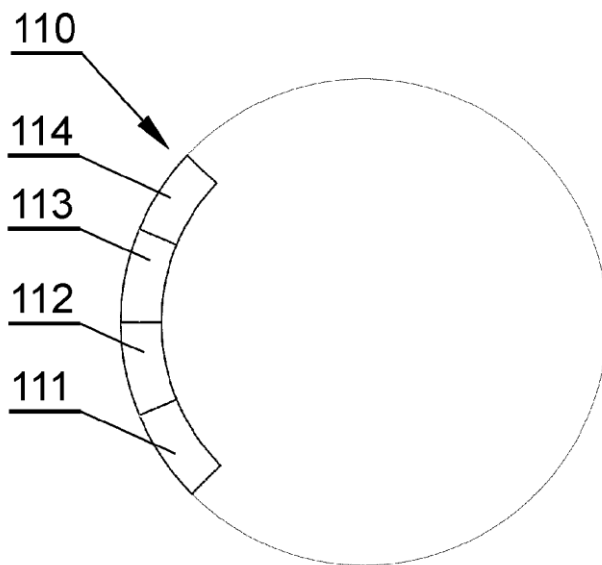


Fig. 2A

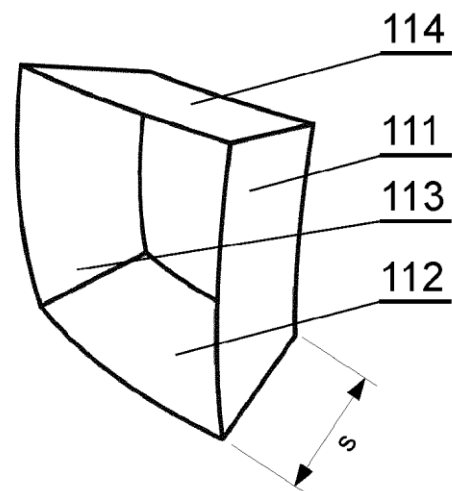
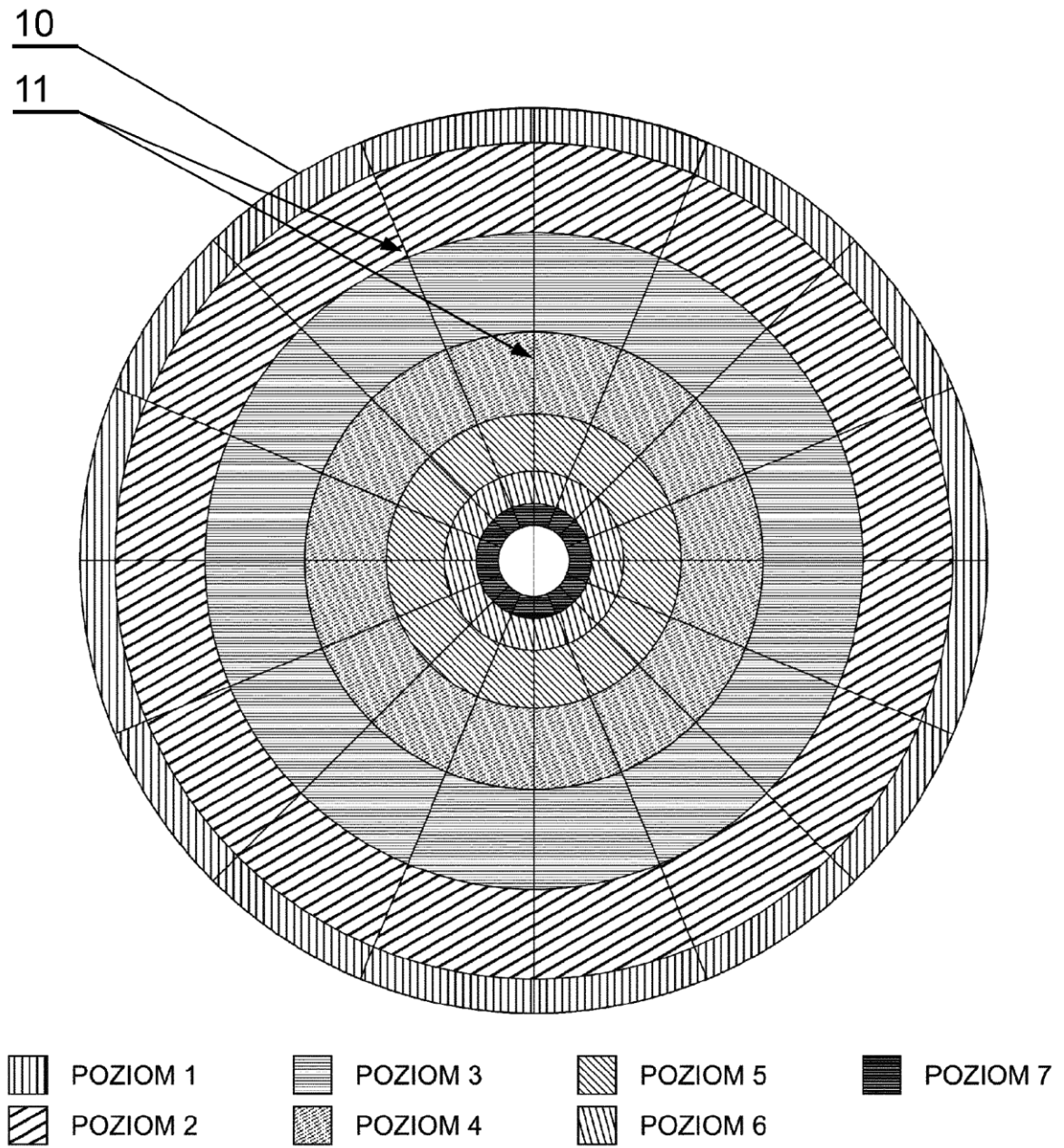


Fig. 2B

**Fig. 3A**

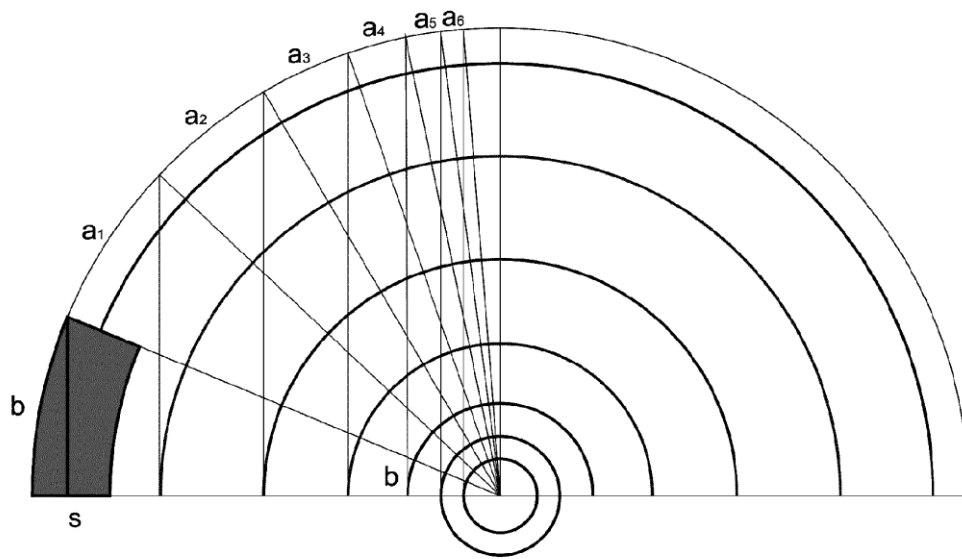
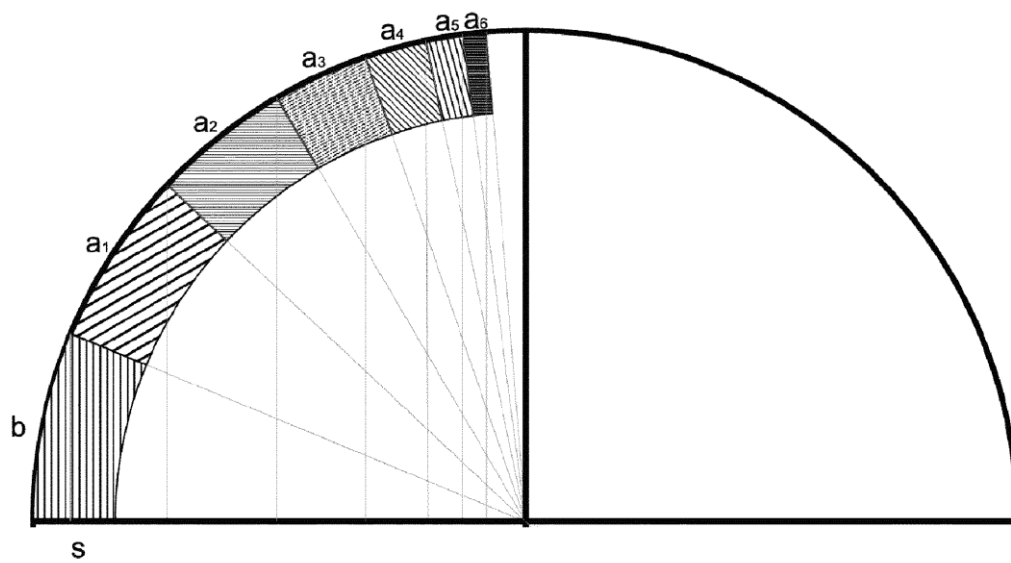


Fig. 3B



POZIOM 1
POZIOM 2

POZIOM 3
POZIOM 4

POZIOM 5
POZIOM 6

POZIOM 7

Fig. 3C

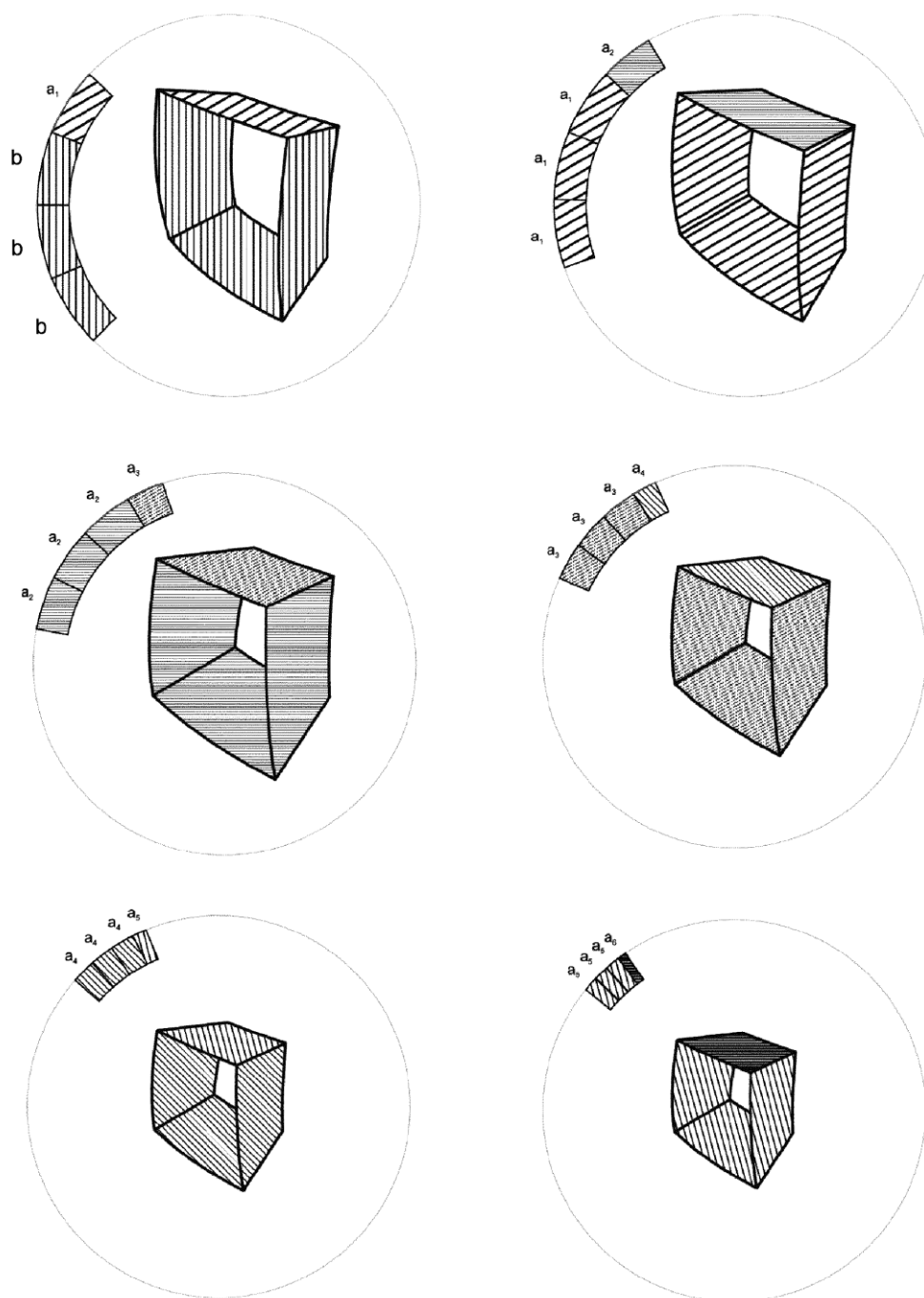
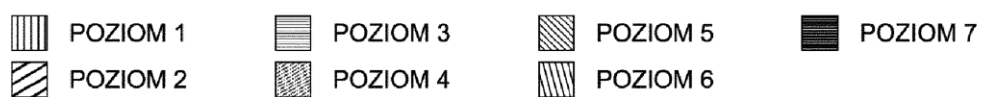


Fig. 3D



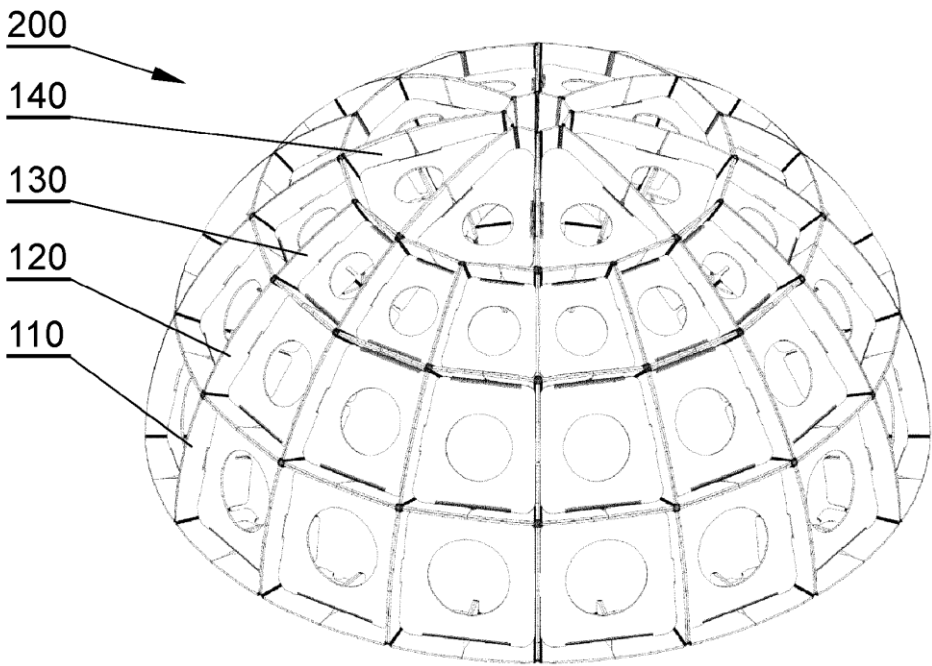


Fig. 4A

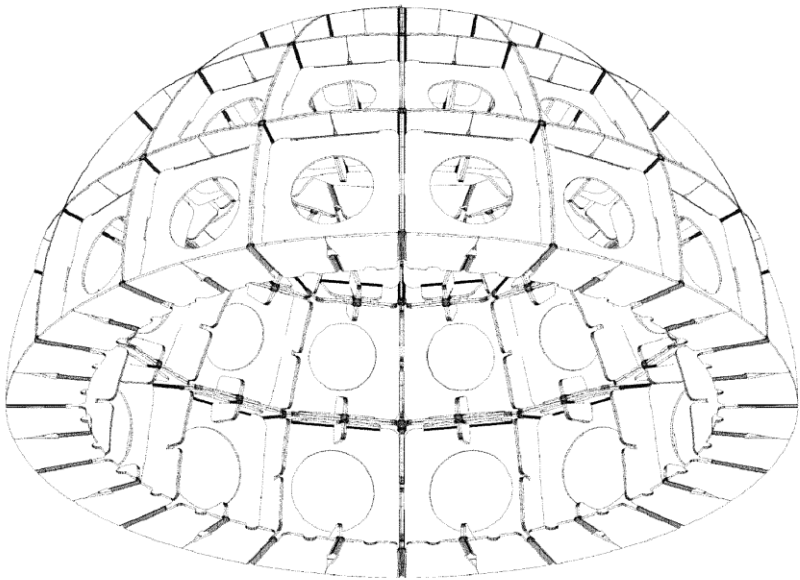
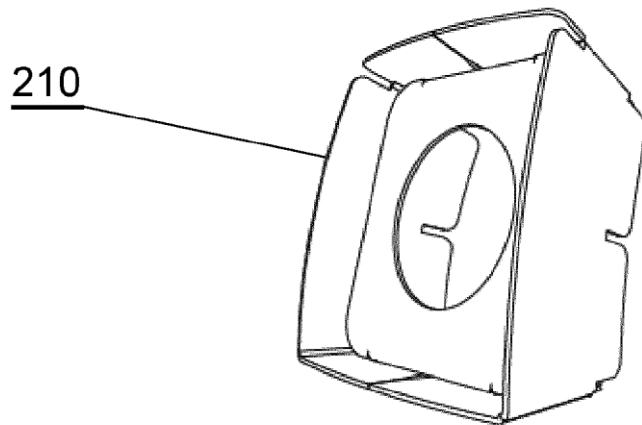
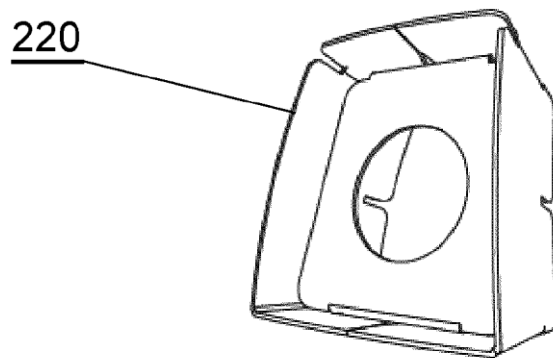
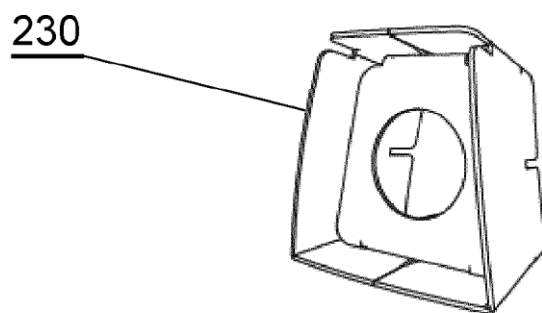
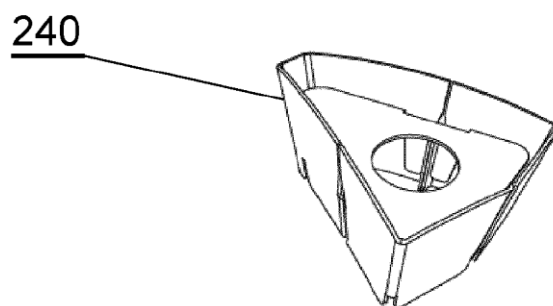


Fig. 4B

**Fig. 5A****Fig. 5B****Fig. 5C****Fig. 5D**

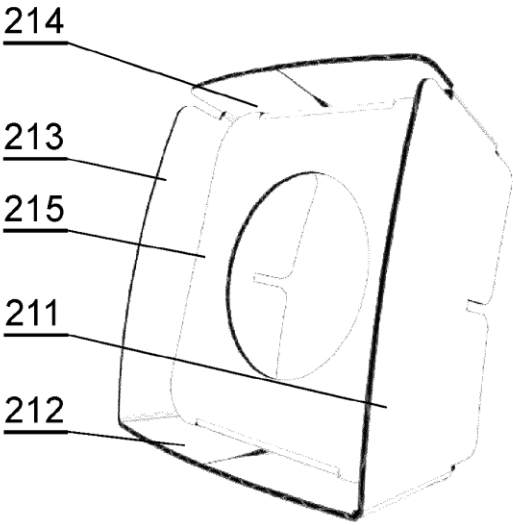


Fig. 6A

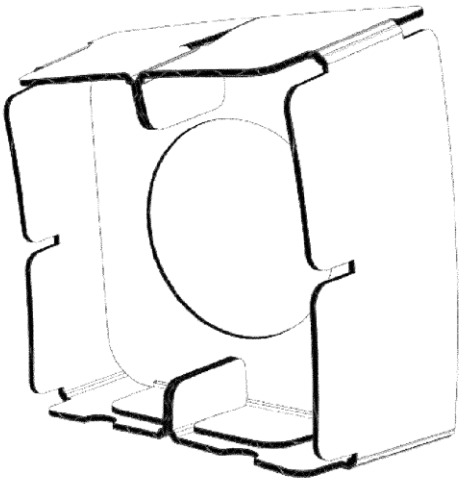


Fig. 6B

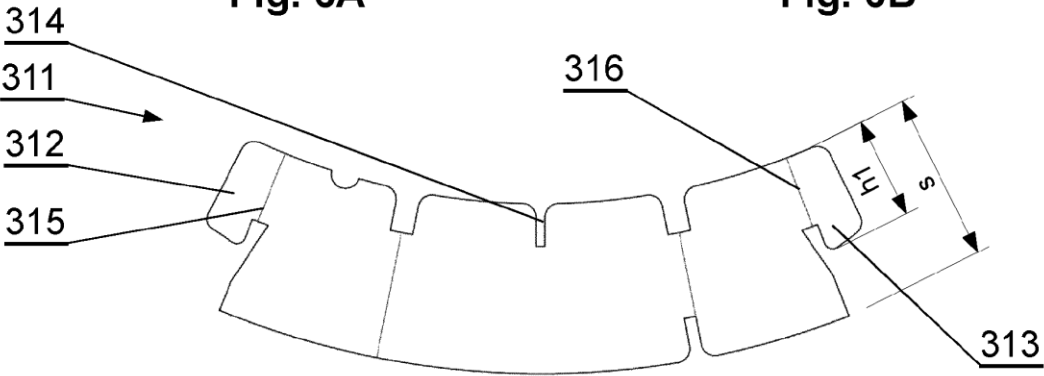


Fig. 6C

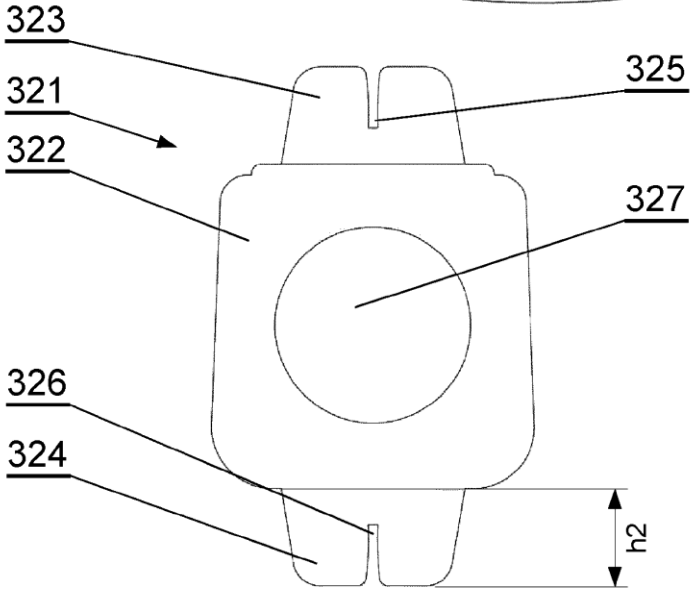


Fig. 6D

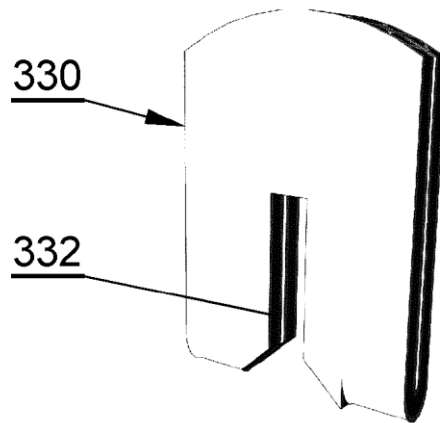


Fig. 6E

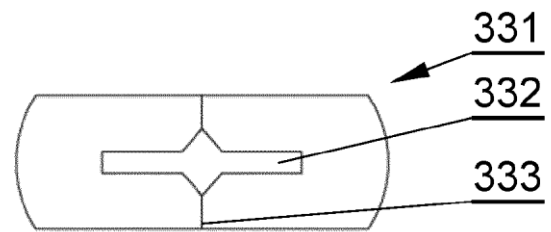


Fig. 6F