

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 74048 Y1

(12)

Opis ochronny wzoru użytkowego

(21) Numer zgłoszenia: **131568**

(22) Data zgłoszenia: **2023.07.21**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2025.01.27 BUP 04/2025**

(45) Data publikacji o udzieleniu ochrony: **2025.09.01 WUP 35/2025**

(51) MKP:

A42B 3/12 (2006.01)

F41H 1/04 (2006.01)

- (73) Uprawniony:
POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL
- (72) Twórca(-y):
PAWEŁ KACZYŃSKI, Wrocław, PL
PIOTR MAKUŁA, Wrocław, PL
MATEUSZ SKWARSKI, Nadolice Wielkie, PL
ANNA DMITRUK, Wrocław, PL
JOANNA LUDWICZAK, Radwanice, PL
- (74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Elżbieta Biały, Wrocław, PL

(54) Tytuł:

Element energochłonny pochłaniający energię poprzez plastyczne fałdowanie

PL 74048 Y1

Opis wzoru

Przedmiotem wzoru użytkowego jest element energochłonny, pochłaniający energię poprzez plastyczne fałdowanie, do zastosowania zwłaszcza w środkach ochrony osobistej, w szczególności w kaskach i hełmach, dostosowany do produkcji na skalę masową.

W obecnym stanie techniki znane są różne materiały i struktury wykorzystywane w celu pochłaniania energii posiadające różną charakterystykę, a dobór konkretnego rozwiązania jest procesem kompleksowym i zależy jest od specyficznych wymagań danej aplikacji.

Znana jest z dokumentu patentowego nr EP0705994A2 struktura pochłaniająca energię uderzenia wykonana z tworzyw sztucznych odpowiednich do formowania i jest zaprojektowana tak, aby odpowiadała różnym stopniom obciążenia udarowego przewidywanym w różnych zastosowaniach. Struktura pochłaniająca energię uderzenia składa się z elementu podstawy i wystających elementów żebra, w tym elementu długiego i krótkiego, w których proporcja pola przekroju poprzecznego elementów długiego żebra wynosi od 0,3 do 0,8 całkowitego pola przekroju poprzecznego elementu żebra. Można łatwo wprowadzić inne modyfikacje konstrukcyjne, aby dostosować odporność na uderzenia struktur pochłaniających energię uderzenia.

W europejskim zgłoszeniu patentowym nr EP3253243A1 ujawniono strukturę pochłaniającą uderzenie, zawierającą jednolity materiał utworzony jako zdominowana przez rozciąganie pusta struktura komórkowa, oraz hełm zawierający taką strukturę jako wewnętrzną wyściółkę odporną na uderzenia. Niniejsze zgłoszenie dotyczy struktur energochłonnych heksagonalnych, kratowych, trójkątnych z wydrążonymi komórkami.

Z kolei w amerykańskim zgłoszeniu patentowym nr US2022225722 A1 opisano kask z wyściółką i wkładkami amortyzującymi w formie zespolonych heksagonalnych rurek i metodę jego wytwarzania. Przykładowy hełm zawiera skorupę i amortyzującą wyściółkę przymocowaną do skorupy. Amortyzująca wyściółka zawiera wnękę, która jest skonfigurowana do utrzymywania wkładki amortyzującej.

Z opisu amerykańskiego patentu nr US8883869B2 znane są struktury energochłonne pochłaniające uderzenia. Wynalazek stanowi piankę polimerową z rozproszonymi cząstkami ceramicznymi. Zgłoszenie uwzględnia różne morfologie, składy chemiczne, stężenia, rozkłady przestrzenne, energie pękania, warunki spiekania, procesy kształtowania, powierzchniowe środki sprzęgające i rozkłady wielkości cząstek ceramicznych. Właściwości pianki można kontrolować przez dobór składników i proces polimeryzacji składników. Wynalazek zapewnia możliwość swobodnego dopasowywania końcowych właściwości pianki w celu maksymalizacji wydajności jako materiału pochłaniającego energię do stosowania w szerokim zakresie zastosowań, od hełmów ochronnych po samochodowe strefy zgniotu i tym podobne. Nie uwzględnia jednak wykorzystania materiałów biodegradowalnych oraz mechanizmu fałdowania plastycznego. Dodatkowo patent nie dotyczy struktur cienkościennych, lecz pian.

W patencie nr US20040173422A1 opisano absorbery energii uderzenia złożone ze struktur porowatych np. pian otwartokomórkowych lub zawierających zarówno zamknięte i otwarte komórki czy preform ułożonych z włókien. Kształtki te poddawano infiltracji cieczami magneto- lub elektro-reologicznymi, które podczas ścinania ulegają zagęszczeniu. Jako materiały, z których może być wykonana kształtka komórkowa wskazano: polimery, kompozyty, metale, włókna lub naturalnie występujące materiały takie jak korek czy drewno, które powinny odkształcać się zarówno sprężyste jak i plastycznie, zapewniając wysoki stopień pochłaniania energii uderzenia. Wadą tego rozwiązania jest brak sprecyzowania pożądanej geometrii lub porowatości kształtek energochłonnych.

Wynalazek z zastrzeżenia patentowego nr EP0921924B1 dotyczy sposobu wytwarzania wyściółki ochronnej, która składa się z odkształcalnej matrycy komórkowej zawierającej wiele otwartych komórek w kształcie rurek, w których umieszczany jest materiał pianotwórczy wypełniający i uszczelniający konstrukcję. Matryca komórkowa może mieć strukturę plastra miodu i być wykonana z lekkiego metalu, takiego jak aluminium lub stop aluminium, a ścianki komórek mogą być wykonane z folii lub cienkiego arkusza. Struktura wzmocniona jest matą z drobnych włókien, np. poliestrowych. Takie konstrukcje mogą być stosowane w przedziałach pasażerskich pojazdów, podsufitkach w samochodach oraz jako okładziny, a nawet siedzenia w samolotach. Dodatkowo struktury mogą tworzyć wyściółkę ochronną w hełmach i kamizelkach kuloodpornych. W rozwiązaniu nie uwzględniono materiałów biodegradowalnych, a także zjawiska fałdowania plastycznego.

Podobnego zagadnienia dotyczy patent nr US7727587B2, gdzie wyrób jest formowany z panelu o strukturze plastra miodu, mającego układ sześciokątnych rurkowatych komórek zaciśniętych pomiędzy dwiema płytami prasującymi. Pomiędzy płyty nakładana jest warstwa środka spieniającego, który

rozszerza się wypełniając komórki. Wzmocnienie komórek stanowi pianka poliuretanowa, natomiast panel o strukturze plastra miodu jest formowany z papieru typu Kraft nasyconego żywicą fenolową. Arkusz materiału polietylenowego jest nakładany na płytę dociskową, aby zapobiec przedostawaniu się pianki do rowków i sklejanemu się z płytą dociskową, jednocześnie umożliwiając przepływ powietrza. Podobnie jak w poprzednim przykładzie, wynalazek nie uwzględnia stosowania materiałów biodegradowalnych oraz nie dotyczy fałdowania plastycznego.

W patencie CN102700488A opisano struktury komórkowe do absorpcji energii, złożone z metalowych kształtek cienkościennych wykonanych z aluminium np. typu plastra miodu i pian metalicznych. Proponowane zastosowanie obejmuje sektor automotive i ma na celu zwiększenie bezpieczeństwa pasażerów pojazdów. Wadą rozwiązania jest ograniczenie go jedynie do struktur z metalu – nie uwzględnia polimerów, a w szczególności tworzyw biodegradowalnych. Ponadto, autorzy nie kładą w opisie nacisku na zapewnienie pożądanego mechanizmu plastycznego fałdowania.

Patent nr US20160032997A1 omawia struktury energochłonne o komórkach o przekroju modyfikowanego plastra miodu (spłaszczone) i porównuje je z typowymi o przekroju sześciokątnym i prostokątnym. Kształtki, po odjęciu obciążenia, mają wracać do pierwotnego kształtu i mogą być używane jako absorbery energii wielokrotnie. Niedogodnością rozwiązania jest brak zdefiniowania materiału, z którego proponowane struktury mają być wykonane. Nie podano nawet potencjalnej grupy materiałów oraz nie rozważano możliwości zastosowania materiałów biodegradowalnych.

Zastrzeżenie patentowe nr US2728479A dotyczy nowej i ulepszonej wkładki stosowanej w celu zabezpieczenia produktów przed wstrząsami i uderzeniami. Wkładka o strukturze plastra miodu składa się z wielu otwartych komórek, które mogą mieć dowolny pożądaný rozmiar i kształt, na przykład sześciokątny, okrągły, owalny lub prostokątny. Taka struktura może być utworzona z dowolnego pożądanego materiału, na przykład papieru, tkaniny, metalu itp. Jednakże, ponieważ całość lub część struktury musi być ściśnięta w harmonijkowy kształt, aby działała jako sprężysta poduszka, stwierdzono, że korzystne jest wytworzenie struktury z papieru lub tektury. Wkładki mogą być wykorzystywane w transporcie delikatnych produktów, takich jak radia, mierniki elektryczne itd. Zaletą wynalazku jest łatwość cięcia, nacinania i kształtowania, a także możliwość wycinania w celu utworzenia wgłębienia do utrzymywania produktu na miejscu. Wadą rozwiązania jest wykorzystanie papieru czy tektury, które nie są materiałami odpornymi na wilgoć, co uwzględniono w niniejszym zgłoszeniu.

Wszystkie opisane rozwiązania posiadają wady wynikające z braku doprecyzowania geometrii zapewniającej występowanie progresywnego plastycznego fałdowania w wyniku obciążenia udarowego (dynamicznego zgniatania).

Powszechnie jest, głównie ze względu na niski koszt produkcji, stosowanie w kaskach i hełmach, jako wypełniacza mającego na celu absorbcję energii uderzenia, spienionych polistyrenów EPS, EPP, EPC – pianek o zamkniętych komórkach, które po zetknięciu z dużą siłą ulegają kompresji. Podczas stosowania takich struktur panelowych w postaci pianek energochłonnych mogą wystąpić pewne niekorzystne zjawiska, związane zwłaszcza z ich zdolnością do odkształcania i twardnienia – długotrwałe naciski lub powtarzające się uderzenia powodują, że pianki sztywnieją i zestalają się, przez co zmniejsza się grubość wypełnienia mogąca być wykorzystana do pochłaniania energii podczas uderzenia, jednak przede wszystkim niekorzystny jest efekt sprężynowania – jeżeli odbicie pianki jest zbyt silne lub niekontrolowane, powoduje to, że po uderzeniu może ona odskoczyć zbyt szybko i wówczas następuje przeniesienie sił na chronione elementy ciała np. głowę. Ponadto, spienione polistyreny są materiałami, które nie ulegają biodegradacji, co ma niekorzystny wpływ na środowisko.

Celem wzoru jest konstrukcja elementu energochłonnego, który eliminuje problem sprężynowania powrotnego, jest wykonany z materiału biodegradowalnego, może być stosowany również w formie wymiennych wkładów, szczególnie w środkach ochrony osobistej w tym kaskach ochronnych.

Istotą wzoru użytkowego jest element energochłonny pochłaniający energię poprzez plastyczne fałdowanie, posiadający kształt prostopadłościanu o prostokątnej podstawie o wymiarach $F \times G$ mm, wysokości N mm oraz wypełnienie w postaci kratownicy składającej się z komórek o wymiarach $H \times J$ i grubości ścianki T mm, charakteryzujący się tym, że wykonany jest z jednolitego materiału biodegradowalnego o module Younga od 1 do 10 GPa, granicy plastyczności R_e od 10 do 50 MPa i wydłużeniu w momencie zerwania nie mniejszym niż 0,3 a stosunek wymiarów N / H i N / J wynosi od 2 do 10, zaś stosunek wymiarów T / H i T / J wynosi od 0,01 do 0,1.

Korzystnie element energochłonny jest wykonany z materiału jednolitego biodegradowalnego składającego się z połączenia tworzywa polilaktydu PLA z jednym z tworzyw: bursztynian polibutylenu PBS, kopolimeru adypinianu butylenu i tereftalanu butylenu PBAT, elastomeru styrenowego TPS.

Korzystnie skład materiału biodegradowalnego posiada proporcję 50% tworzywa PLA i 50% jednego z tworzyw: PBS, PBAT, TPS lub 50% tworzywa PLA i 50% połączonych w dowolnych proporcjach tworzyw PBS/PBAT/TPS tak, że moduł Younga materiału biodegradowalnego wynosi od 1 do 10 GPa, granica plastyczności R_e od 10 do 50 MPa i wydłużenie w momencie zerwania jest nie mniejszym niż 0,3.

Najkorzystniej, gdy tworzywo biodegradowalne w swoim składzie zawiera 85% PLA i 15% jednego z tworzyw: PBS, PBAT, TPS lub mieszaniny tworzyw PBS/PBAT/TPS w dowolnych proporcjach tak, że moduł Younga materiału biodegradowalnego wynosi od 1 do 10 GPa, granica plastyczności R_e od 10 do 50 MPa i wydłużenie w momencie zerwania jest nie mniejszym niż 0,3.

Korzystnie element energochłonny jest zamknięty jednostronnie monolityczną podstawą o grubości od 0,2 do 5 mm wykonaną z jednolitego materiału biodegradowalnego, a najkorzystniej zamknięty jest obustronnie monolityczną podstawą o grubości od 0,2 do 5 mm wykonaną z jednolitego materiału biodegradowalnego.

Korzystnie grubość ścianki komórek zwiększa się ku podstawie jednostronnie o kąt wynoszący od 0,1 do 5 stopni, szczególnie korzystnie, gdy grubość ścianki zwiększa się ku podstawie obustronnie o kąty wynoszące od 0,1 do 5 stopni.

W opisanym wzorze ujawniono element energochłonny pochłaniający energię poprzez plastyczne fałdowanie, który eliminuje problem sprężynowania powrotnego, jest wykonany z materiału biodegradowalnego, może być stosowany również w formie wymiennych wkładów, szczególnie w środkach ochrony osobistej, w tym kaskach ochronnych. Dzięki zastosowaniu jednolitego materiału biodegradowalnego charakteryzuje się niskim kosztem produkcji, przez co ma ogromny potencjał, aby stać się rozwiązaniem powszechnym i zastąpić nie ulegające biodegradacji wypełniacze wykonane głównie ze spienionych poliestrów.

Należy mieć na uwadze fakt, że rodzaj jednolitego materiału biodegradowalnego lub jego grubość wymusza dobór konkretnego rozmiaru komórki elementu energochłonnego, aby mógł on ulec fałdowaniu.

Szczegółowe przedstawienie przedmiotu według wzoru zawarte jest na rysunku, którego:

Fig. 1 przedstawia widok izometryczny elementu energochłonnego z kratownicą wraz z oznaczeniem kluczowych wymiarów.

Fig. 2 przedstawia widok z góry elementu energochłonnego jednostronnie zamkniętego denkiem (P) wraz z oznaczeniem kluczowych wymiarów oraz przekrojów przedstawionych na fig. 3 i fig. 5.

Fig. 3 przedstawia przekrój poprzeczny A-A elementu energochłonnego wraz z oznaczeniem widoku przedstawionego na fig. 4 oraz kluczowych elementów i wymiarów.

Fig. 4 przedstawia widok C elementu energochłonnego wraz z oznaczeniem kluczowych elementów i wymiarów.

Fig. 5 przedstawia przekrój poprzeczny B-B elementu energochłonnego wraz z oznaczeniem kluczowych elementów i wymiarów.

Fig. 6 przedstawia widok z góry elementu energochłonnego obustronnie zamkniętego denkiem (P) wraz z oznaczeniem kluczowych wymiarów oraz przekrojów przedstawionych na fig. 7.

Fig. 7 przedstawia przekrój poprzeczny C-C elementu energochłonnego wraz z oznaczeniem kluczowych elementów i wymiarów.

Element energochłonny pochłaniający energię poprzez plastyczne fałdowanie, jak na fig. 1 ma kształt prostopadłościanu o kwadratowej podstawie o wymiarach boków $F \times G$ 58,5 × 58,5 mm i wysokości N 21,5 mm, oraz wypełnienie w postaci kratownicy składającej się z graniastosłupów o kwadratowej podstawie o wymiarach ścianek $H \times J$ 11 × 11 mm i grubości ścianki T 0,5 mm, wykonany za pomocą wtryskiwania z granulatu składającego się z mieszaniny tworzyw PLA i PBAT w proporcjach 50% : 50% o module Younga od 2,5 GPa, granicy plastyczności R_e 30 MPa i wydłużeniu w momencie zerwania 0,7.

W innej postaci wzoru element energochłonny jest z jednej strony zamknięty podstawą P w postaci monolitycznej płyty wykonanej z jednolitego materiału biodegradowalnego podczas procesu wtryskiwania o grubości 2,0 mm.

W jeszcze innej postaci wzoru element energochłonny jest zamknięty z obu stron podstawą P wykonaną z jednolitego materiału biodegradowalnego podczas procesu wtryskiwania.

W kolejnej postaci wzoru ścianki H i J komórek oraz boki F i G są obustronnie pochylone, jak na fig. 4, względem podstawy P w taki sposób, że grubość ścianki T przy podstawie P ma wymiar M powstały na skutek kąta nachylenia K i L o 0,5°.

Inna postać wzoru elementu energochłonnego charakteryzuje się tym, że komórki wypełniającej je kratownicy mają kształt graniastosłupów o podstawie sześciokątów, których odległość przeciwległych ścianek wynosi 10 mm, zaś grubość ścianek T wynosi 0,3 mm.

Zastrzeżenia ochronne

1. Element energochłonny pochłaniający energię poprzez plastyczne fałdowanie, posiadający kształt prostopadłościanu o wymiarach $(F) \times (G)$ mm, wysokości (N) mm oraz wypełnienie w postaci kratownicy składającej się z komórek o wymiarach ścianek $(H) \times (J)$ i grubości ścianki (T) mm, **znamienny tym**, że wykonany jest z jednolitego materiału biodegradowalnego o module Younga od 1 do 10 GPa, granicy plastyczności R_e od 10 do 50 MPa i wydłużeniu w momencie zerwania nie mniejszym niż 0,3 a stosunek wymiarów $(N) / (H)$ i $(N) / (J)$ wynosi od 2 do 10, zaś stosunek wymiarów $(T) / (H)$ i $(T) / (J)$ wynosi od 0,01 do 0,1.
2. Element energochłonny według zastrz. 1 **znamienny tym**, że jest wykonany z jednolitego materiału biodegradowalnego składającego się z połączenia tworzywa PLA z jednym z tworzyw: PBS, PBAT, TPS.
3. Element energochłonny według zastrz. 2 **znamienny tym**, że skład jednolitego materiału biodegradowalnego posiada proporcję 50% tworzywa PLA i 50% jednego z tworzyw: PBS, PBAT, TPS lub 50% tworzywa PLA i 50% połączonych w dowolnych proporcjach tworzyw PBS/PBAT/TPS tak, że moduł Younga jednolitego materiału biodegradowalnego wynosi od 1 do 10 GPa, granica plastyczności R_e od 10 do 50 MPa i wydłużenie w momencie zerwania jest nie mniejszym niż 0,3.
4. Element energochłonny według zastrz. 2 **znamienny tym**, że jednolity materiał biodegradowalny w swoim składzie zawiera 85% PLA i 15% jedno z tworzyw: PBS, PBAT, TPS lub 85% PLA i 15% mieszaniny tworzyw PBS/PBAT/TPS w dowolnych proporcjach tak, że moduł Younga jednolitego materiału biodegradowalnego wynosi od 1 do 10 GPa, granica plastyczności R_e od 10 do 50 MPa i wydłużenie w momencie zerwania jest nie mniejszym niż 0,3.
5. Element energochłonny według zastrz. 1 **znamienny tym**, że jest zamknięty jednostronnie podstawą (P) o grubości od 0,2 do 5 mm wykonaną z jednolitego materiału biodegradowalnego.
6. Element energochłonny według zastrz. 1 **znamienny tym**, że zamknięty jest obustronnie podstawą (P) o grubości od 0,2 do 5 mm wykonaną z jednolitego materiału biodegradowalnego.
7. Element energochłonny według zastrz. 1 i 5 **znamienny tym**, że grubość ścianki (T) zwiększona jest ku podstawie (P) o kąt (L) wynoszący od 0,1 do 5 stopni.
8. Element energochłonny według zastrz. 1 i 5 **znamienny tym**, że grubość ścianki (T) zwiększona jest ku podstawie (P) o kąt (L) i (K) wynoszący od 0,1 do 5 stopni.

Rysunki

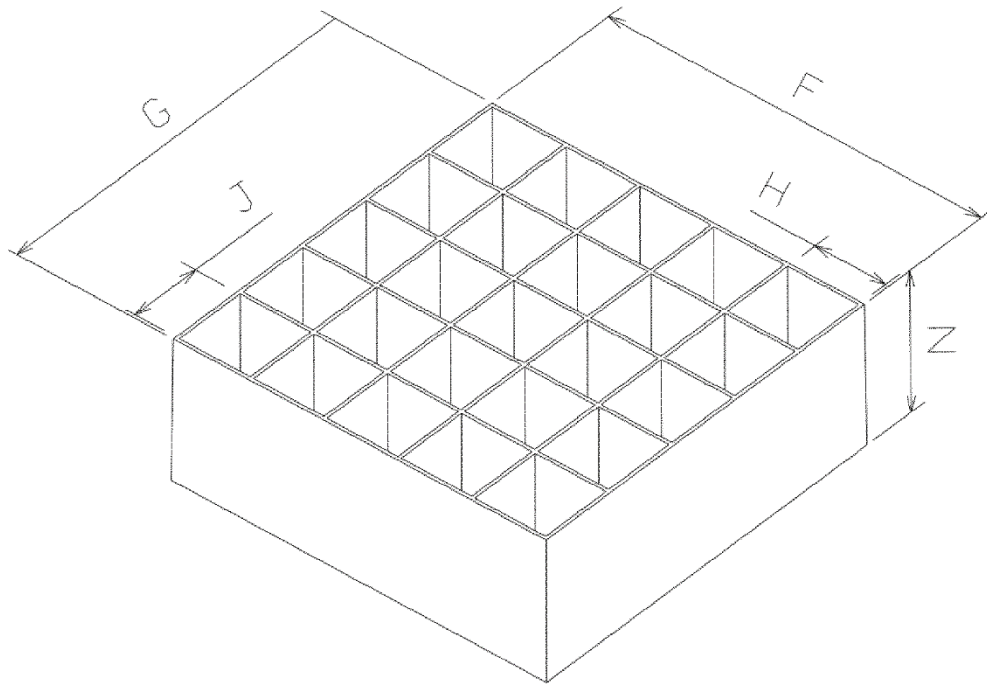


Fig. 1

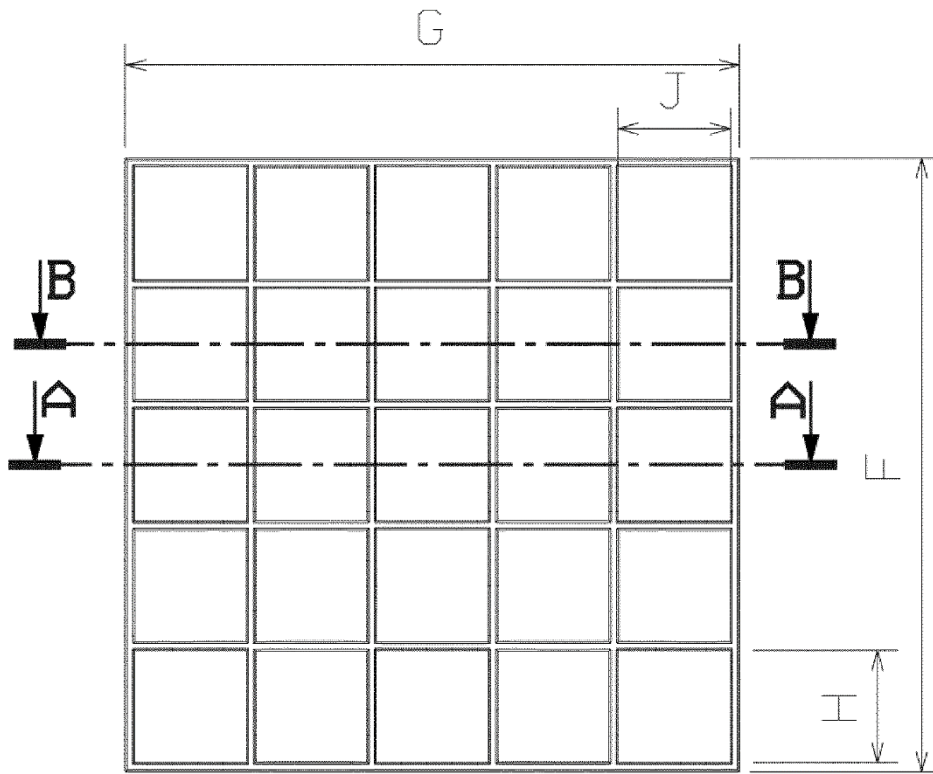


Fig. 2

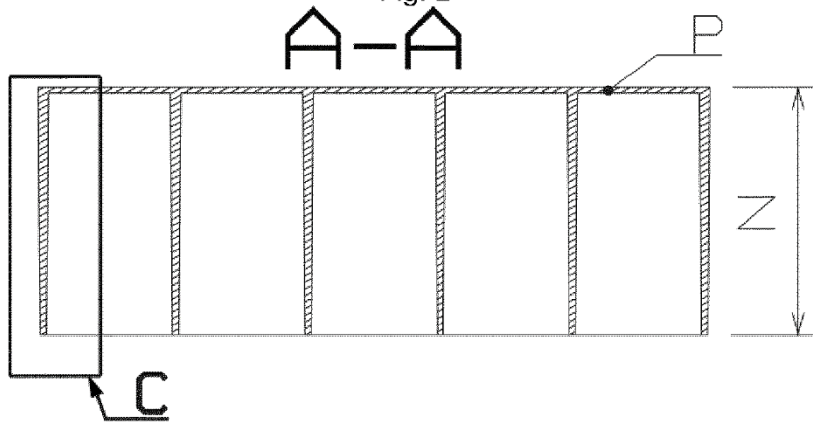


Fig. 3

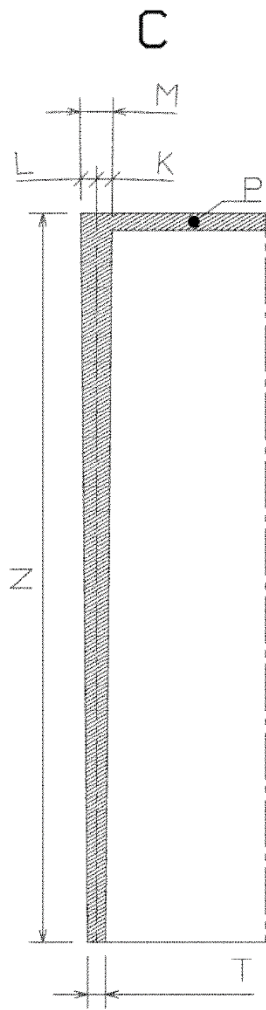


Fig. 4

B-B

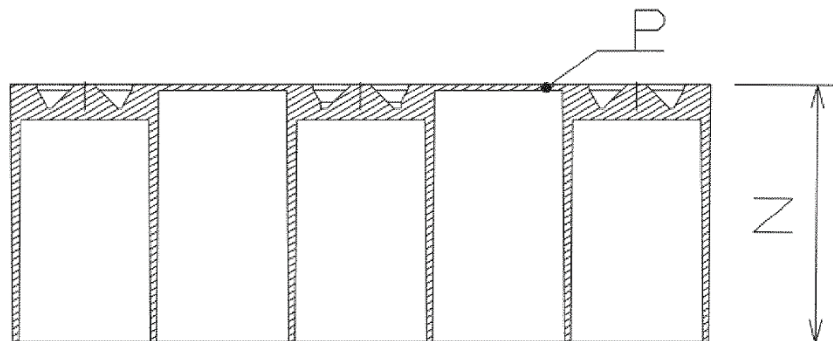


Fig. 5

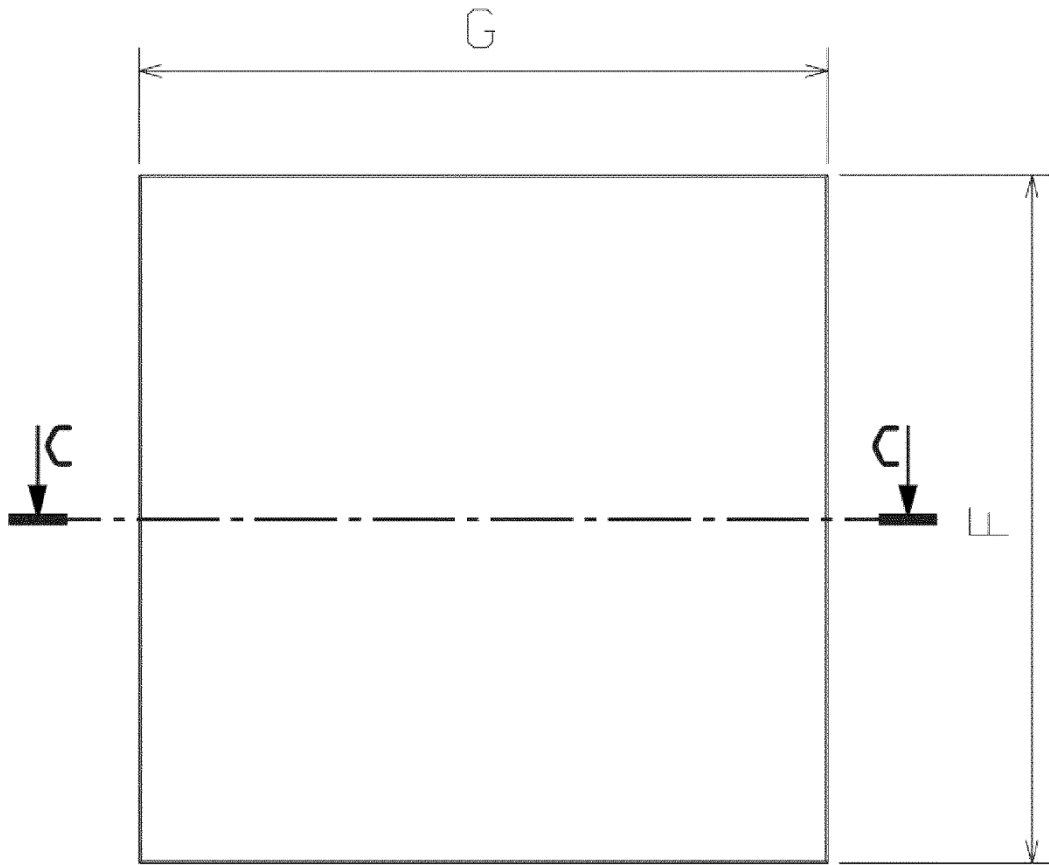


Fig. 6

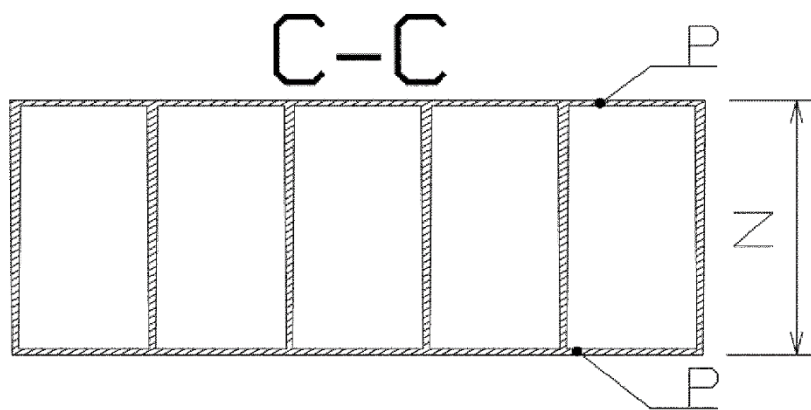


Fig. 7