

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 00687

(22) Data de depozit: 18.07.2011

(41) Data publicării cererii:  
30.01.2012 BOPI nr. 1/2012

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA"  
DIN BRAȘOV, BD.EROILOR NR.29,  
BRAȘOV, BV, RO

(72) Inventatori:  
• VELEA MARIAN NICOLAE,  
BD. VALEA CETĂȚII NR.33, BL.A40, SC.B,  
AP.9, BRAȘOV, BV, RO;  
• LACHE SIMONA, STR. CRISULUI NR. 6A,  
ET. 2, AP. 8, BRAȘOV, BV, RO

(54) STRUCTURĂ CELULARĂ STRATIFICATĂ ȘI ATENUATOR DE  
IMPACT FORMATE PE BAZA UNEI STRUCTURI CELULARE  
EXPANDATE MECANIC, ȘI PROCEDEE DE REALIZARE A  
ACESTORA

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o structură celulară stratificată, expandată mecanic, la un atenuator de impact cu structură celulară stratificată, și la un procedeu de realizare a acestora, folosite în industria vehiculelor terestre, nautice și spațiale, pentru siguranța pasagerilor și a mărfurilor, precum și în industria construcțiilor civile, pentru protejarea obiectivelor cu grad înalt de securitate. Structura (2) celulară stratificată, conform invenției, este compusă din două sau mai multe straturi (a, b, c, d, e, f) de structură suprapuse și rotite în plan vertical unul față de celălalt, cu 180°, realizând o dispunere spațială a nervurilor după șase direcții. Atenuatorul de impact, conform invenției, este constituit din două învelișuri (1 și 3) exterioare, identice sau nu ca grosime și material, între care se introduce o structură (2) celulară stratificată, iar spațiile intracelulare pot fi umplute cu spume poliuretanică de diferite densități sau cu alte materiale polimerice hidrofuge, fonoabsorbante și/sau ignifuge. Procedeu de realizare a structurii (2) celulare stratificate, conform invenției, constă în expandarea mecanică a unor semifabricate de tablă, în care s-au practicat niște perforații (9) și niște tăieturi (10), muchiile (5 și 6) fiind îndoite la un unghi egal cu gradul de expandare dorit, după care straturile expandate se așază unul peste celălalt rotite cu 180°, și se

asamblează prin lipire cu adezivi, prin brazare, sudură sau prin nituire. Procedeu de realizare a atenuatorului de impact, conform invenției, se realizează prin așezarea structurii (2) celulare stratificate între două straturi (1 și 2) exterioare și fixarea acestora prin lipire cu adezivi, prin sudare, brazare sau prin nituire.

Revendicări: 7  
Figuri: 7

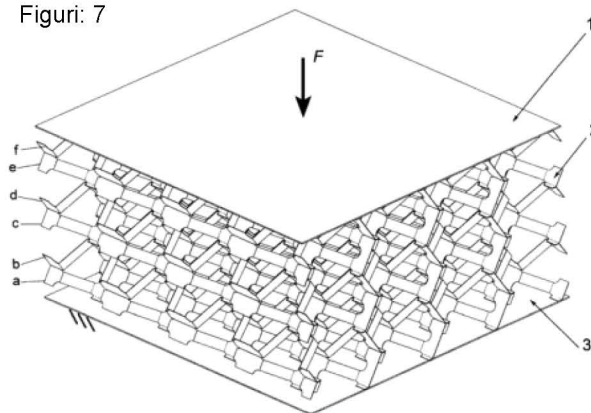


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





## Descriere

Invenția se referă la o structură celulară stratificată și la un atenuator de impact cu structură celulară stratificată, formate pe baza unei structuri celulare expandate mecanic și la procedeele de realizare ale acestora.

Capacitatea materialelor de a disipa energia de impact datorată unor forțe de tip impuls (ciocniri, explozii) prezintă interes în cazul unor aplicații din industria vehiculelor terestre, nautice și spațiale, pentru creșterea siguranței pasagerilor sau a mărfurilor, precum și din industria construcțiilor civile, pentru protecția obiectivelor cu grad înalt de securitate. Cercetări efectuate în acest domeniu au demonstrat faptul că structurile celulare, periodice sau stohastice, prezintă un potențial ridicat în privința cantității de energie ce poate fi disipată prin deformare plastică a elementelor celulelor.

Sunt cunoscute astfel de structuri celulare. Astfel, brevetul **WO 2009-078052 A2** se referă la un panou celular metalic realizat din suprapunerea și îmbinarea mai multor straturi de tablă profilată sub diferite forme, utilizat pentru disiparea energiei de impact prin deformare plastică. Brevetul **WO 2007-009142 A1** prezintă un corp deformabil realizat prin suprapunerea a cel puțin două straturi de material ambutisat pe ambele părți sub diferite forme astfel încât să aibă loc contactul și îmbinarea acestora. Brevetul **US 4.221.413** are ca obiect un dispozitiv pentru absorbția energiei de impact realizat prin suprapunerea de mai multe straturi de placi profilate de grosimi diferite, rotite sau nu una față de cealaltă cu 90 de grade. Brevetul **RU 2 246 646** se referă la un atenuator de impact realizat din structuri celulare cu forme hexagonale, circulare sau dreptunghiulare la care forța de impact acționează pe direcție perpendiculară pe muchiile laterale ale celulelor.

Este cunoscută, de asemenea, o structură celulară de tip fagure de albine utilizată la realizarea de panouri pentru absorbția energiei de impact prin deformare plastică a pereților celulelor, la care forța de impact acționează în aceeași direcție cu muchiile celulelor. Această structură celulară face obiectul mai multor brevete de invenție în care sunt propuse metode de creștere a capacității de absorbție a energiei de impact, precum în brevetul **GB 2 345 737 A**, pentru controlul modului de distrugere ca urmare a forței de

impact, precum în brevetul **GB 2 323 146 A**, sau pentru preluarea unei forțe de impact mici la începutul deformării, precum în brevetul **GB 2 305 487**.

Aceste structuri celulare prezintă dezavantajul că, prin construcție, necesită un consum mare de material pentru realizarea disipării a unei cantități mari de energie.

Un alt dezavantaj al acestor structuri constă în obținerea unei densități relative ridicate, datorită modului de distribuire în spațiu a materialului pentru formarea celulelor.

Un alt dezavantaj al acestor structuri constă în faptul că deformarea plastică se face în șocuri datorită flambării pereților celulelor.

Un alt dezavantaj al acestor structuri constă în faptul că prezintă un număr mic de variabile ce pot fi modificate pentru optimizarea capacității de absorbție, în funcție de aplicație.

Un alt dezavantaj al acestor structuri constă în metoda de fabricare relativ costisitoare și cu un grad de flexibilitate redus al acesteia.

Scopul invenției constă în realizarea unui atenuator de impact cu structură celulară stratificată cu densitate relativă scăzută, formată din mai multe straturi de structură celulară expandată, care să permită disiparea unei cantități mari de energie, rezultată în urma unor forțe de impact, prin deformarea plastică fără șocuri a elementelor constitutive, în vederea uniformizării forței preluate.

Un alt obiectiv al invenției constă în dezvoltarea unui procedeu simplu de expandare mecanică a unui semifabricat de tip plat și astfel, de obținere a unei structuri celulare cu densitate relativă foarte scăzută.

Un alt obiectiv al invenției constă în dezvoltarea unui procedeu simplu de realizare a structurii celulare stratificate în vederea confecționării de atenuatoare de impact.

Un alt obiectiv al invenției constă în dezvoltarea unui procedeu simplu de realizare a atenuatorului de impact.

Invenția elimină dezavantajele menționate prin aceea că, datorită structurii celulare stratificate, compuse din două sau mai multe straturi succesive de structură celulară

expandată mecanic, rotite în plan unul față de celălalt cu 180°, se obține un atenuator de impact cu o densitate relativă mică în același timp cu o capacitate mare de absorbție a energiei de impact prin deformare plastică a elementelor ce formează celulele structurii, absorbția făcându-se fără șocuri. Zonele de contact dintre straturi și cele dintre straturi și învelișurile exterioare permit asamblarea lor prin lipire cu adezivi, brazare, sudură sau prin nituire, straturile expandate mecanic putând fi realizate din materiale metalice sau nemetalice cu diferite grosimi, în funcție de aplicație, pentru obținerea unei structuri celulare pentru absorbția energiei de impact. Capacitatea și modul de absorbție al energiei de impact poate fi cu ușurință modificat și adaptat în funcție de aplicație datorită topologiei structurii celulare expandate mecanic.

Avantajele care se obțin prin aplicarea invenției constau în realizarea printr-un procedeu simplu a unei structuri celulare expandate mecanic și obținerea, prin utilizarea acesteia, a unei structuri celulare stratificate și a unui atenuator de impact cu capacitate mare de disipare prin deformare plastică a energiei de impact, fără șocuri, având o densitate relativă mică.

Se dă, în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figurile 1, 2, 3, 4a, 4b, 5, 6, 7:

- Fig. 1, o reprezentare generală a atenuatorului de impact realizat cu structura celulară stratificată, conform acestei invenții, cu evidențierea elementelor componente.

- Fig. 2, o reprezentare tridimensională a structurii celulare stratificate pentru absorbția energiei de impact, conform acestei invenții, cu evidențierea elementelor componente.;

- Fig. 3, o vedere laterală a structurii celulare stratificate pentru atenuarea energiei de impact, conform acestei invenții, cu evidențierea elementelor componente.;

- Fig. 4a, o vedere plană a detaliului **A** din Fig. 2, asupra zonei de îmbinare a straturilor expandate mecanic **c** și **b** ce formează structura celulară stratificată pentru atenuarea energiei de impact, conform acestei invenții;

- Fig. 4b, o vedere tridimensională a detaliului **A** din Fig. 2, asupra zonei de îmbinare a straturilor expandate mecanic **c** și **b** ce formează structura celulară stratificată pentru atenuarea energiei de impact, conform acestei invenții;

- Fig. 5, o reprezentare plană a atenuatorului de impact realizat cu structura celulară stratificată, conform acestei invenții, cu evidențierea elementelor componente.

- Fig. 6, o reprezentare tridimensională a principiului de fabricare a straturilor de structură celulară expandată mecanic;

- Fig. 7, celulă unitate parametrizată ce formează structura celulară expandată mecanic și structura celulară stratificată utilizată pentru atenuarea energiei de impact, conform acestei invenții.

Atenuatorul de impact, conform invenției, este format din două învelișuri exterioare **1, 3**, identice sau nu ca grosime și ca material, realizați, de exemplu, din tablă, între care se află o structură celulară stratificată **2**, Fig. 1. Asamblarea structurii celulare stratificate **2** cu învelișurile exterioare **1**, respectiv **3**, se realizează prin lipirea cu adezivi, brazarea, sudura sau prin nituirea părților **5**, respectiv **6**, ce pot fi îndoite sub diferite forme, pentru a asigura suprafețe suficiente de contact, Fig. 2, Fig. 3, Fig. 5.

Structura celulară stratificată **2**, conform invenției, este formată din două sau mai multe straturi de structură celulară expandată mecanic, de exemplu **a, b, c, d, e, f**, suprapuse și rotite în plan una față de cealaltă cu  $180^\circ$ , Fig. 2.

Straturile de structură celulară expandată sunt realizate prin expandarea mecanică a unui semifabricat de tip plat (de exemplu tablă). Într-un proces continuu de fabricație, etapele acestui principiu pot fi descrise, în legătură cu Fig. 6, astfel: asupra unui semifabricat de tip plat (zona I) sunt aplicate o serie de perforări și tăieturi specifice, **9** respectiv **10** (zona II); pentru realizarea suprafețelor de contact cu straturile alăturare de structură celulară expandată sau cu învelișurile exterioare, muchiile **5, 6** sunt îndoite la un unghi egal cu gradul de expandare dorit  $G$  (zona III); procesul de expandare (zona IV) este realizat prin aplicarea unei deplasări  $U_y$  în planul materialului semifabricat, pe muchiile **11**, orientată după o direcție perpendiculară pe tăieturile și perforările deja create. Deplasarea  $U_y$  poate fi impusă sau poate fi generată de o forță aplicată pe capetele **11**, cu aceeași direcție și orientare.

Datorită tensiunilor ce apar în material și totodată, datorită modului de dispunere a tăieturilor transversale, materialul începe să se deformeze progresiv în spațiu prin torsiune, după trei plane diferite, rezultând astfel un strat de structură celulară expandată mecanic. Unghiul  $G$ , după care se face îndoirea capetelor **5** și **6**, se determină în funcție de parametrii geometrici  $l$  - lungimea laturii celulei ce dorește a fi obținută,  $c$  - distanța dintre două tăieturi transversale pe direcție longitudinală și de forma celulei ce se dorește a fi obținută, după procesul de expandare, caracterizată prin unghiul  $A$ , Fig. 6, Fig. 7, utilizând Ecuația 1.

$$G = \tan^{-1}\left(\frac{l \sin A}{c}\right) \quad (1)$$

Înălțimea  $h$  a unui strat de structură celulară expandată mecanic poate fi determinată, Fig. 7, utilizând Ecuația 2:

$$h = 2(c - b) \sin G \quad (2)$$

Înălțimea structurii celulare stratificate **2** se poate calcula folosind Ecuația 2 multiplicată cu numărul de straturi componente.

Lățimea și lungimea unui strat de structură celulară expandată mecanic  $w$  respectiv  $t$  pot fi determinate, Fig. 7, utilizând Ecuația 3 respectiv Ecuația 4, unde  $n$  și  $m$  reprezintă numărul de celule unitate ce formează structura celulară pe direcția X respectiv Y, Fig. 6 :

$$w = 2l(1 + \cos A)n \quad (3)$$

$$t = \frac{2c}{\cos G} m \quad (4)$$

Procedeeul de realizare al structurii celulare stratificate **2**, conform invenției, constă din suprapunerea straturilor de structură expandată mecanic, rotite în plan una față de cealaltă cu  $180^\circ$ , de exemplu **a**, **b**, **c**, **d**, **e**, **f**, Fig. 2, și asamblarea acestora prin lipirea cu adezivi, brazarea, sudura sau prin nituirea părților **7**, respectiv **8**, ce pot fi îndoite sub diferite forme, pentru a asigura suprafețe suficiente de contact, Fig. 3, Fig. 4a, Fig. 4b.

Procedul de realizare al atenuatorului de impact, conform invenției, constă din asamblarea structurii celulare stratificate **2** cu învelișurile exterioare **1**, respectiv **3**, și se realizează prin lipirea cu adezivi, brazarea, sudura sau părților **5**, respectiv **6**, ce pot fi îndoite sub diferite forme, pentru a asigura suprafețe suficiente de contact, Fig. 5.

Scopul invenției este acela de a realiza printr-un procedeu simplu o structură celulară expandată mecanic și de a obține, prin utilizarea acesteia, o structură celulară stratificată și un atenuator de impact realizat cu aceasta, cu capacitate mare de disipare prin deformare plastică a energiei de impact, fără șocuri, având o densitate relativă mică, și care poate fi adaptat unei aplicații specifice prin simpla modificare a gradului de expandare  $G$ .

## Revendicări

1. Structură celulară stratificată (2) cuprinzând două sau mai multe straturi succesive de structură celulară expandată mecanic, de exemplu a, b, c, d, e, f, caracterizată prin aceea că, straturile de structură expandată mecanic sunt suprapuse și rotite în plan unul față de celălalt cu 180°, acestea intrând în contact prin fețele de așezare (7), respectiv (8), realizând o dispunere spațială, după 6 direcții, a nervurilor structurii.
2. Atenuator de impact, caracterizat prin aceea că, este format din două învelișuri exterioare (1, 3) identice sau nu ca grosime și material, între care se află o structură celulară stratificată (2), conform revendicării 1.
3. Atenuator de impact, conform revendicării 2, caracterizat prin aceea că, spațiul intra-celular rămas în urma asamblării structurii celulare stratificate (2) cu învelișurile exterioare (1, 3) poate fi umplut cu spume poliuretanică de diferite densități sau cu alte materiale polimerice hidrofuge, fonoabsorbante și/sau ignifuge.
4. Procedeu de realizare a structurii celulare stratificate (2), conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că, mai multe straturi de structură expandată mecanic, de exemplu a, b, c, d, e, f, sunt dispuse suprapus și rotite în plan una față de cealaltă cu 180°, asamblarea acestora fiind realizată prin lipirea cu adezivi, brazarea, sudura sau prin nituirea părților (7), respectiv (8), ce pot fi îndoite sub diferite forme, pentru a asigura suprafețe suficiente de contact.
5. Procedeu de realizare a atenuatorului de impact, conform revendicării 2, caracterizat prin aceea că, pe structura celulară stratificată (2), conform revendicării 1, sunt atașate învelișurile exterioare (1), respectiv (3), asamblarea fiind realizată prin lipirea cu adezivi, brazarea, sudura sau părților (5), respectiv (6), ce pot fi îndoite sub diferite forme, pentru a asigura suprafețe suficiente de contact.
6. Structură celulară expandată mecanic (a), (b), (c), (d), (e) sau (f), caracterizată prin aceea că, proprietățile sale mecanice, după cele trei direcții ortogonale, pot fi variate și adaptate unei aplicații specifice prin modificarea parametrilor geometrici:  $l$  – lungimea laturii unei celule,  $c$  – distanța dintre două tăieturi transversale,  $G$  – grad de expandare,  $b$  – lățimea zonei decupate pe direcție transversală,  $g$  – grosimea materialului.



7. Procedeu de realizare a structurii celulare expandată mecanic a, b, c, d, e sau f, conform revendicării 6, **caracterizat prin aceea că**, pe capetele (11) a unui semifabricat de tip plat asupra căruia au fost efectuate în prealabil o rețea de perforări și tăieturi specifice (9) respectiv (10), este aplicată o forță de deformare aflată în planul materialului semifabricat și orientată după o direcție perpendiculară pe tăieturile și perforările deja create, gradul de expandare **G** putând fi variat în funcție de aplicație.

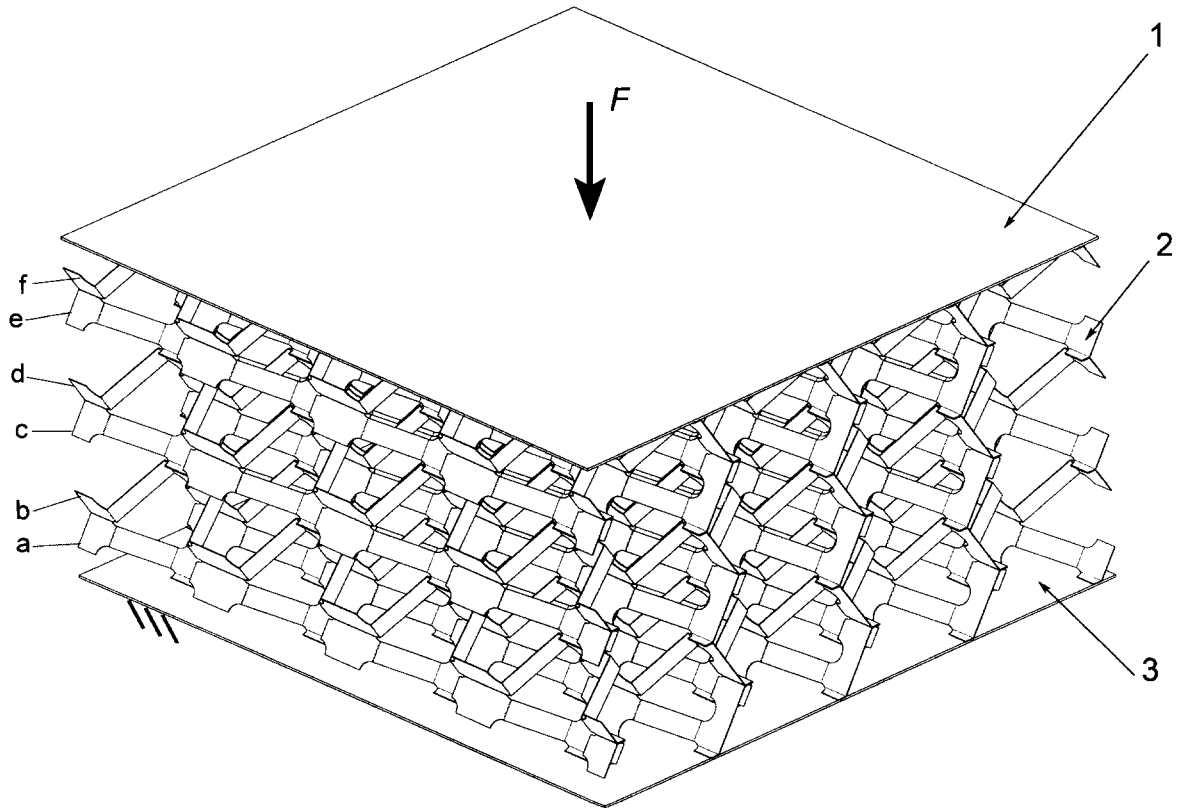


Fig. 1

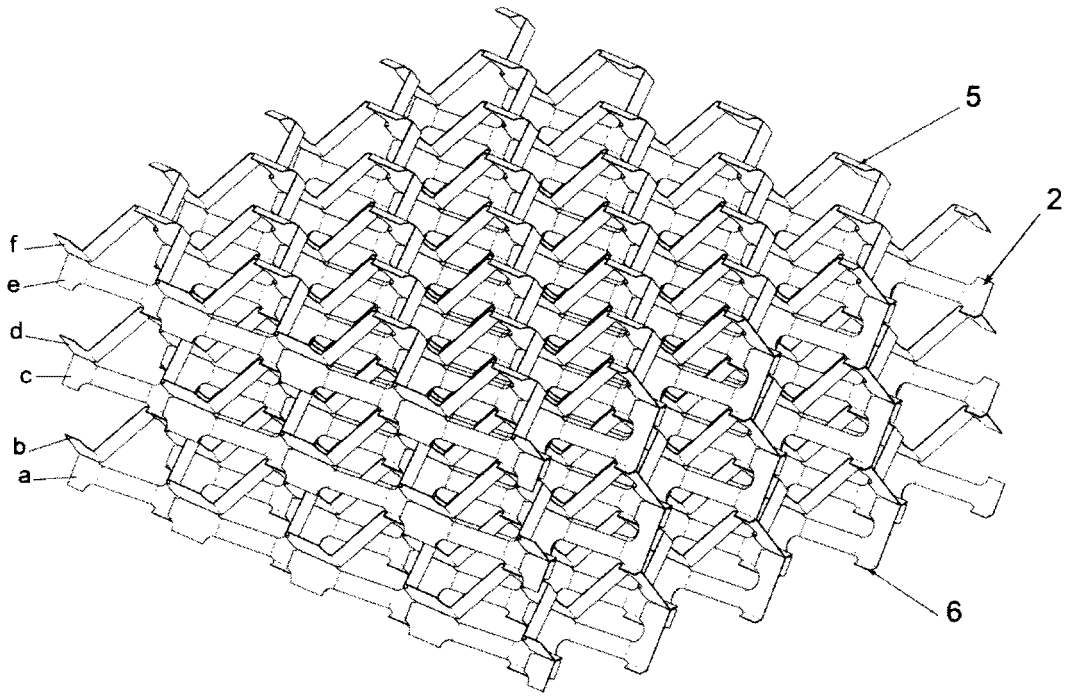


Fig. 2

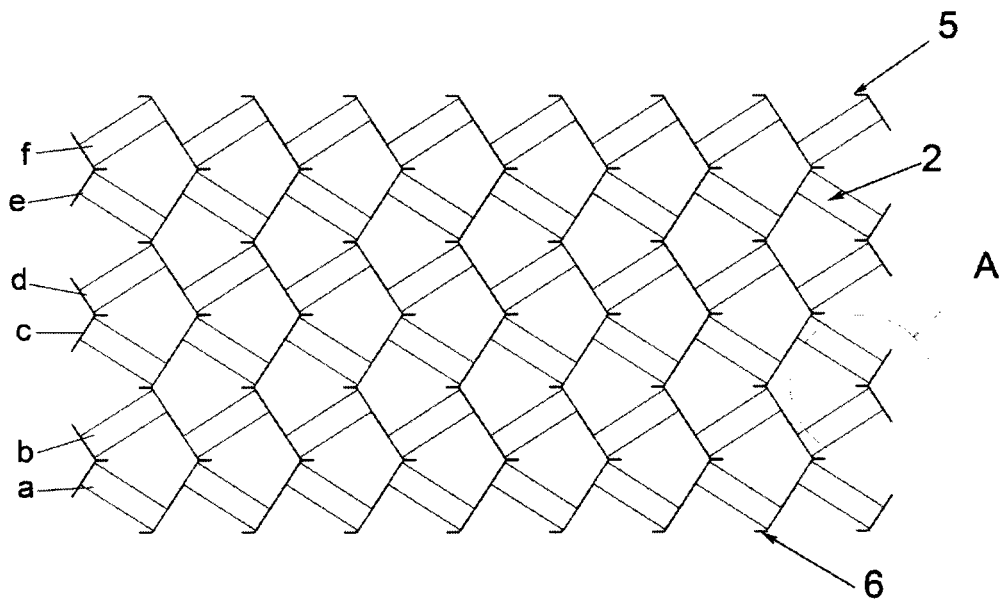


Fig. 3

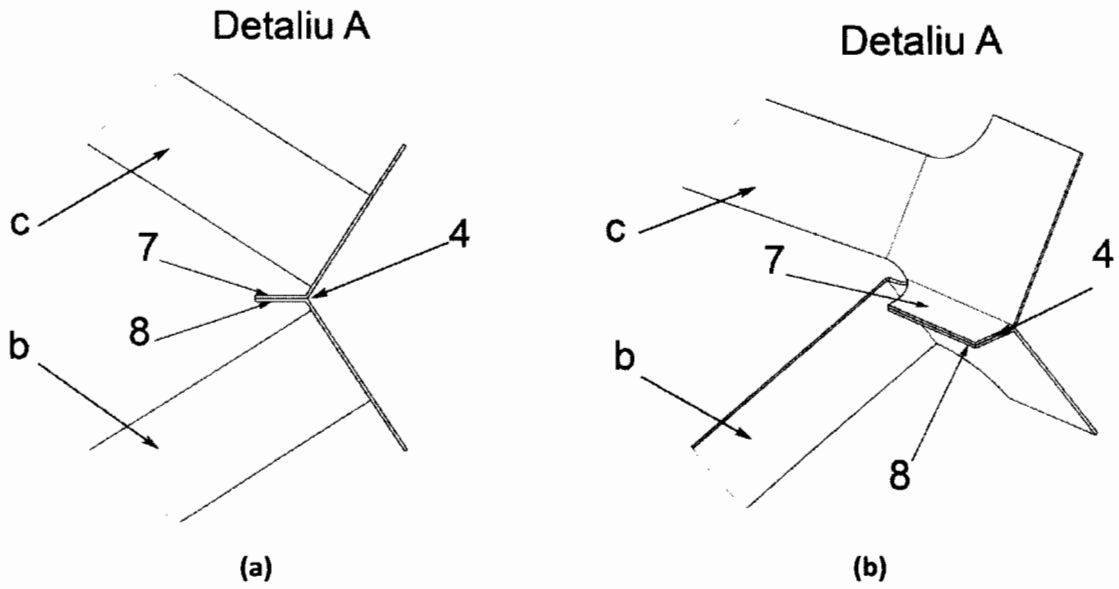


Fig. 4

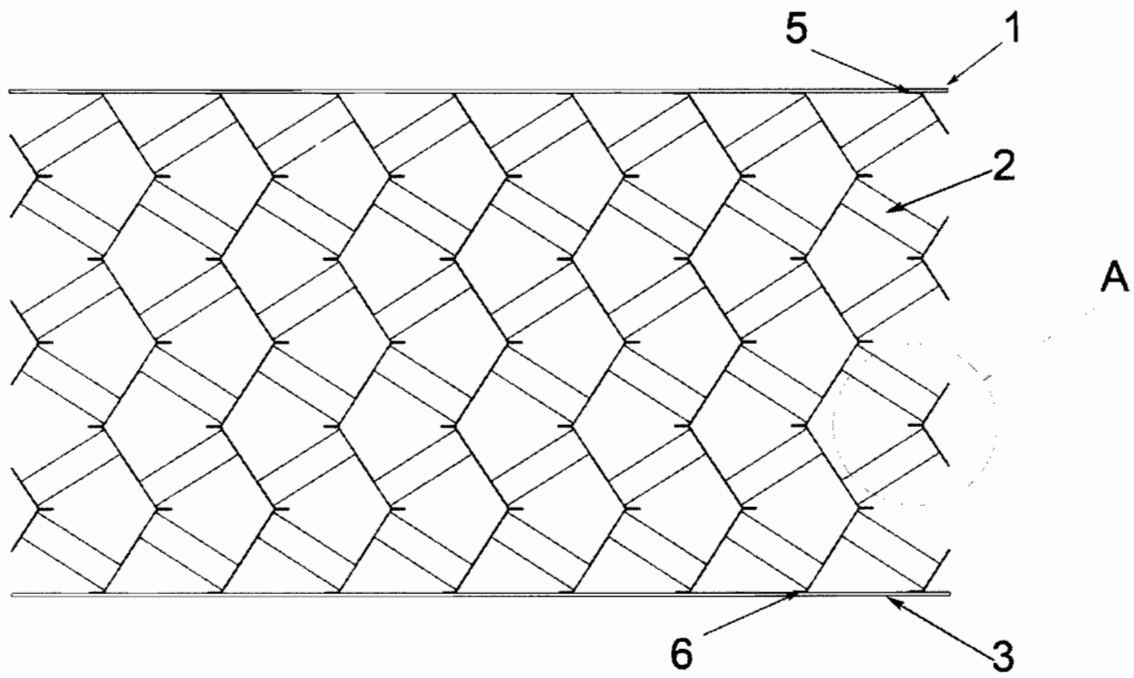


Fig. 5

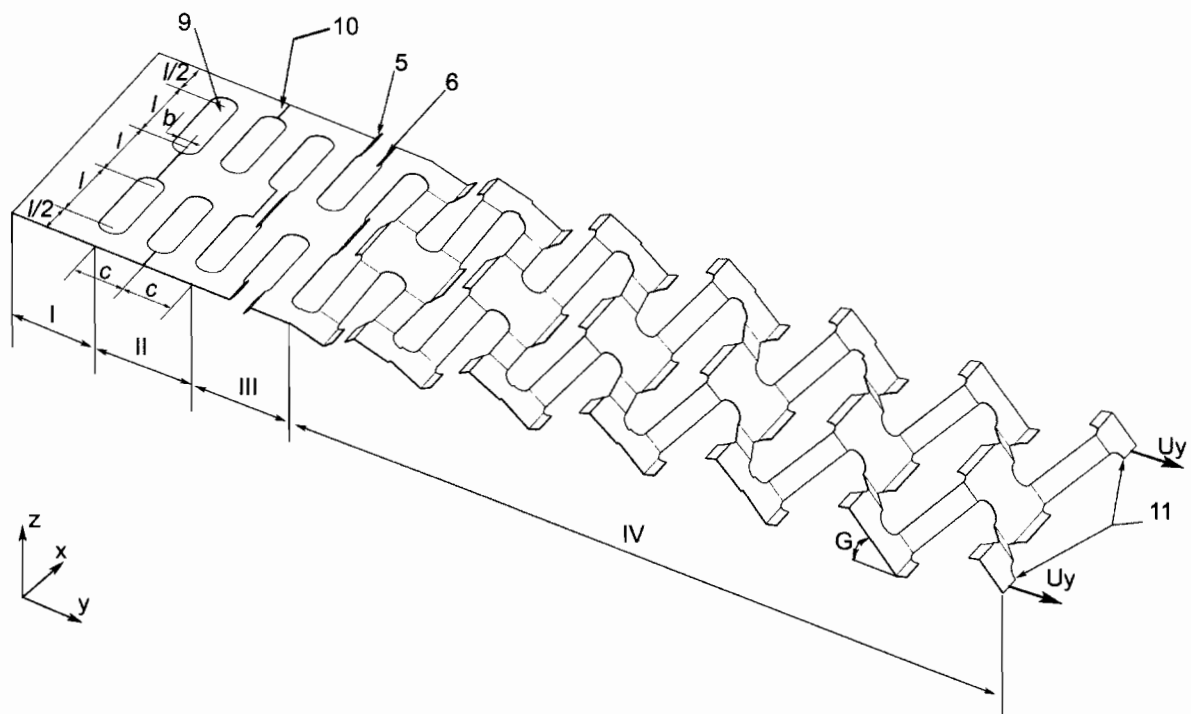


Fig. 6

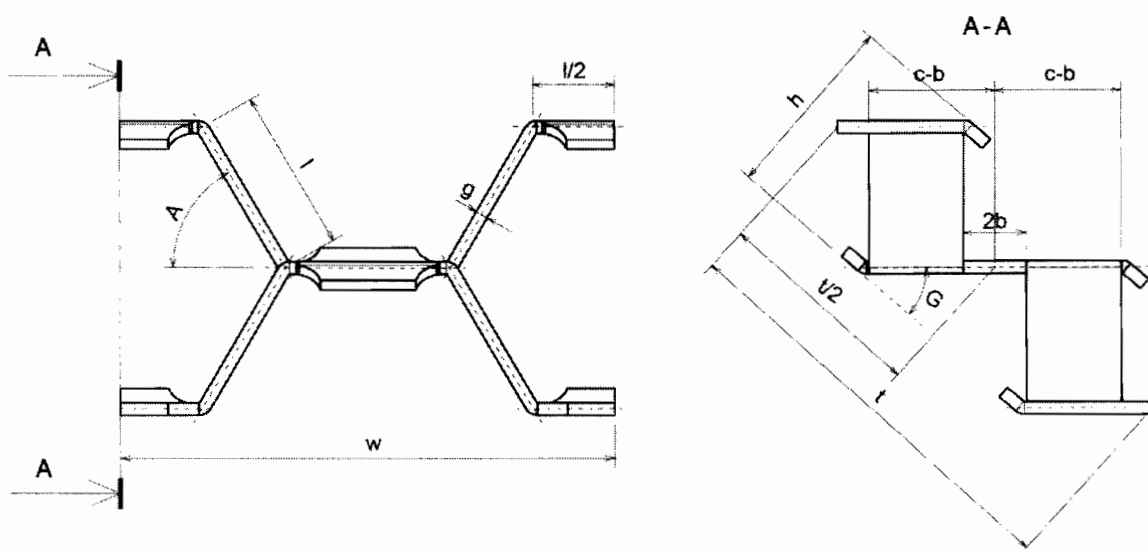


Fig. 7