

- (11) Patento numeris: **6713** (51) Int. Cl. (2020.01): **C02F 1/00**
C02F 11/00
- (21) Paraiškos numeris: **2018 024**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2018-07-10**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2020-02-10**
- (45) Patento paskelbimo data: **2020-03-25**
- (62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —
- (85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —
- (30) Prioritetas: —
- (72) Išradėjas:
Piotr VASILJEV, LT
Sergejus BORODINAS, LT
Regimantas BAREIKIS, LT
Arūnas STRUCKAS, LT
Liudmila VASILJEVA, LT
- (73) Patento savininkas:
Vytauto Didžiojo universitetas, K. Donelaičio g. 58, 44248 Kaunas, LT
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Regimantas BAREIKIS, Saltoniškių g. 54-100, Vilnius, LT

- (54) Pavadinimas:
Ultragarsinis dumblių biomasės ląstelių ardymo įrenginys

- (57) Referatas:

Išradimas skirtas atsinaujinančių šaltinių - dumblių biomasės ląstelių suardymo ir ląstelėje sukauptų bioproduktų išskyrimo ultragarsinių virpesių pagalba sistemoms ir gali būti pritaikytas biokuro gamybai, vandens valymo įrenginiuose, įvairių bioproduktų, kaip lipidai, baltymai, pigmentai, vitaminai, kurie taikomi medicinoje arba kosmetikoje, gamybai ir t.t. Ultragarsinis dumblių biomasės ląstelių ardymo įrenginys susideda iš skaidomos dumblių biomasės rezervuaro, kuriame įtaisyta nupjauto tuščiavidurio rutulio formos ultragarsinių virpesių koncentratorius, kurio vienas galas sujungtas su rezonansine sudėtine pjezoelektrine ultragarsinių virpesių žadinimo sistema, kitas - panardintas minėtoje biomasėje. Tuščiavidurio rutulio skersmuo parinktas taip, kad jame susižadintų pirma rezonansinė radialinių virpesių forma. Koncentratoriaus laisvas galas gali būti papildytas to paties diametro tuščiaviduriu cilindru, kurio ilgis lygus kartotiniam išilginių virpesių, žadinamų minėtame cilindre, pusbangių skaičiui. Savo ruožtu, tuščiavidurio cilindro laisvas galas sujungiamas su papildomu nupjauto tuščiavidurio rutulio formos koncentratoriumi, o minėtame tuščiaviduriame cilindre, ties jo viduriu pagal ilgį, arba (ir) papildomame nupjautotuščiavidurio rutulio formos koncentratoriuje padarytos dumblių masės cirkuliacijos kiaurymės. Įvedamos papildomos (viena ar kelios) rezonansinės virpesių žadinimo sistemos, prijungtos prie papildomo rutulio formos koncentratoriaus arba (ir) tuščiavidurio cilindro išorinio paviršiaus. Į tuščiavidurio cilindro ir (arba) nupjauto tuščiavidurio rutulio vidų per atstumą, neviršijantį pusės žadinamų virpesių bangos ilgio, sklindančių biomasėje, įvedamas įdėklas, pagamintas iš stangrios, virpesius nesugeriančios medžiagos.

Technikos sritis

Išradimas priskiriamas atsinaujinančių šaltinių - dumblių biomasės ląstelių suardymo ir ląstelėje sukauptų bioproduktų išskyrimo ultragarsinių virpesių pagalba sistemoms ir gali būti pritaikytas biokuro gamybai, vandens valymo įrenginiuose, įvairių bioproduktų, kaip lipidai, baltymai, pigmentai, vitaminai, kurie taikomi medicinoje arba kosmetikoje, gamybai ir t.t.

Technikos lygis

Šiuo metu ypatingas dėmesys skiriamas dumbliams - perspektyviems tiek atsinaujinančios energijos, tiek maisto papildų ir pašarų, tiek ir kitoms pramonės šakoms svarbių produktų šaltiniams. Dumblių auginimo, jų ląstelių skaidymo technologijos yra aktualios ir perspektyvios. Pateiktas išradimas priskiriamas prie dumblių masės ląstelių skaidymo. Yra keletas dumblių skaidymo būdų: mechaninis, cheminis, elektromagnetinis, ultragarsinis. Išradimas priskiriamas prie ultragarsinio skaidymo būdo.

Žinomas ultragarsinis skaidymo įrenginys, aprašytas patente US 6840280 B1 (2005m.) sudarytas iš skaidomos masės rezervuaro, ir ultragarsinių virpesių koncentratoriaus, panardinto joje. Kad padidinti skaidymo našumą, panaudota žinoma ultragarsinėje technikoje papildoma pusbanginė stačiakampio formos virpesių sistema su išilginėmis išpjovomis. Patentuose US 3519251 (1970 m.) ir US 0079300A1 (2009 m.) siūloma naudoti disko formos rezonatorių, kad padidinti sąveikos su skaidoma biomase plotą, tuo pačiu padidinti skaidymo gamybos našumą. Tačiau tokie veiksniai didina energetinius nuostolius.

Patente US 0260106 A1 (2005 m.) siūloma skystos masės skaidymui naudoti magnetostrikinę virpesių žadinimo sistemą, kas yra gremėzdiška ir energetiškai nenašu. Patente US 0126942 A1 (2010 m.) bandoma pritaikyti iškart kelis skirtingų dažnių koncentratorius, kas taip pat veda prie energetinių nuostolių.

Kitas žinomas ultragarsinis skaidymo įrenginys, aprašytas patente US 7156201 B2 (2004 m.), sudarytas iš skaidomos masės rezervuaro, ir ultragarsinių virpesių koncentratoriaus, panardinto joje. Kad sumažinti energetinius nuostolius, susijusius su rezonansinių virpesių slopinimu skaidoma mase, kurioje panardintas koncentratorius, skysta masė paduodama koncentratoriaus gale, kur didžiausios jo virpėjimo amplitudės. Tačiau tokie veiksniai sumažina skaidymo gamybos našumą.

Panašaus taikymo patentų galima dar paminėti US 0094183 (2013 m.), kuriame įvedama skaidomos masės kontrolė, US 4691724 (1987 m.), kuriame virpesių amplitudžių padidinimui įvedamas daugelio laipsnių laiptuotas koncentratorius, US 0184025 A1 (2014 m.), kuriame modernizuojama jau minėta pusbanginė stačiakampio formos virpesių sistema su išilginėmis išpjovomis ir t.t.

Artimiausias technine esme šiam išradimui ultragarsinis skaidymo įrenginys, aprašytas patento paraiškoje US 20080061000 A1 (2008 m.), sudarytas iš skaidomos skystos masės rezervuaro, ir ultragarsinių virpesių koncentratoriaus, panardinto jame. Prie koncentratoriaus pritvirtintas pusbanginis strypas su lopetėlėmis, pritvirtintomis prie jo šoninio paviršiaus. Sužadintas strypas vibruoja išilginiais virpesiais ir priverčia lankstytis žadinamu dažniu lopetėles, kurios sąveikauja su skaidoma mase, pripildyta rezervuare. Tuo padidinamas skaidymo gamybinis pajėgumas, mažinami energetiniai nuostoliai. Tačiau įrenginys turi rimtų trūkumų: sužadintas strypas intensyviai virpės tik įvedus jį į rezonansą, t.y. jo ilgis turi būti kartotinis išilginių virpesių, sklindančių strype, pusbangių skaičiui. Tačiau įvedus strypą į rezonansą, pagrindinai virpės lopetėlės, esančios prie strypo torcų (galų), kas neleis efektyviai panaudoti duoto patento esmę ir mažins skaidymo gamybinį pajėgumą, didins skaidomos masės poveikio ultragarsu laiką ir nesumažins energijos sunaudojimo.

Išradimo tikslas – sumažinti energijos sunaudojimą, sumažinus biomasės poveikio ultragarsu laiką ir padidinti biomasės skaidymo gamybinį pajėgumą.

Tikslas pasiekiamas ultragarsiniame dumblių biomasės ląstelių ardymo įrenginyje, susidedančiame iš skaidomos dumblių biomasės rezervuaro, kuriame įtaisytas ultragarsinių virpesių koncentratorius, kurio vienas galas sujungtas su rezonansine sudėtine pjezoelektrine ultragarsinių virpesių žadinimo sistema (Landževeno keitikliu), kitas - panardintas minėtoje biomasėje, pagaminus nupjauto tuščiavidurio rutulio formos koncentratorių, prie kurio išorinės dalies statmenai rutulio pjūviui pritvirtinta virpesių žadinimo sistema, o tuščiavidurio rutulio skersmuo parinktas taip, kad jame susižadintų pirma rezonansinė radialinių virpesių forma; biomasės poveikio ultragarsu laikas sumažės papildžius tuščiavidurio rutulio formos koncentratoriaus laisvą galą to paties diametro tuščiaviduriu cilindru, kurio ilgis lygus kartotiniam išilginių virpesių, žadinamų minėtame cindre, pusbangių skaičiui; gamybinis biomasės skaidymo pajėgumas padidės, tuščiavidurio cilindro laisvą galą

sujungus su papildomu nupjauto tuščiavidurio rutulio formos koncentratoriumi, o minėtame tuščiaviduriame cilindre, ties jo viduriu pagal ilgį, arba (ir) papildomame nupjauto tuščiavidurio rutulio formos koncentratoriuje padarius dumblių masės cirkuliacijos kiaurymes; įrenginio gamybinis pajėgumas dar padidės, sujungus papildomą nupjauto tuščiavidurio rutulio formos koncentratoriaus dalį arba (ir) tuščiavidurio cilindro išorinį paviršių, ties jo viduriu pagal ilgį, su papildoma (viena ar keliomis) rezonansinėmis sudėtinėmis pjezoelektrinėmis ultragarsinių virpesių žadinimo sistemomis; įrenginio gamybinis pajėgumas dar labiau padidės patalpinus į tuščiavidurio cilindro ir (arba) nupjauto tuščiavidurio rutulio vidų per atstumą, neviršijantį pusės žadinamų virpesių bangos ilgio, sklindančių biomasėje, įdėklą, pagamintą iš stangrios, virpesius nesugėriančios medžiagos.

Išradimui paaiškinti pateikiami brėžiniai:

Fig.1, kuriame pavaizduotas bendras įrenginio vaizdas su nupjauto tuščiavidurio rutulio formos koncentratoriumi; Fig.2 – vaizdas su papildomu rezonansiniu cilindru; Fig.3 – vaizdas be korpusinio įrenginio, kaip uždaros rezonansinės sistemos; Fig.4 a),b),c) – be korpusinis įrenginys su papildomo virpesių žadinimo sistemomis, Fig.5 a),b) – įrenginys su standžiu įdėklu.

Išradimo detalus aprašymas

Ultragarsinį dumblių ląstelių ardymo įrenginį sudaro apvalaus strypo formos virpesių žadinimo sistema (1) – pusbanginis išilginių virpesių Landževeno keitiklis, sudarytas iš vieno ar kelių piezokeraminių elementų (2), patalpintų tarp strypo atkarpų (3) (Fig.1), pritvirtinta prie virpesių koncentratoriaus (4), išpildyto nupjauto tuščiavidurio rutulio formos, prie kurio išorinės dalies (5) statmenai rutulio pjūviui pritvirtina virpesių žadinimo sistema (1), o tuščiavidurio rutulio vidurinės linijos skersmuo ($2R$) parinktas taip, kad jame susižadintų pirma rezonansinė radialinių virpesių forma, pagal lygybę $2\pi R = c/f$, kur c – virpesių sklaidimo greitis koncentratoriuje, f – žadinimo dažnis, R – rutulio vidurinės linijos spindulys. Koncentratorius (4) įtvirtintas mazginėje virpesių zonoje (6) prie įrenginio korpuso (7) ir kontaktuoja su biomasė (8), pripildyta tarp jo ir korpuso ir paduodama įėjimo ir išėjimo dumblių masės cirkuliacijos kiaurymių (9, 10) pagalba.

Koncentratoriaus (1) laisvas galas gali būti prailgintas tuščiaviduriu cilindru (11) (Fig.2), kurio ilgis „l“ lygus kartotiniam išilginių virpesių, žadinamų minėtame

cilindre, pusbangių skaičiui, pagal lygybę $l = nc_k/2f$, kur $n=1,2,3,\dots$, c_k – virpesių sklaidimo greitis koncentratoriuje, f - žadinimo dažnis.

Tam kad sudaryti uždara be korpusinę sistemą (Fig. 3.), tuo pačiu padidinus gamybinį pajėgumą, prie tuščiavidurio cilindro (11) laisvo galo galima prijungti dar vieną (papildomą) nupjauto tuščiavidurio rutulio formos koncentratorių (4a), o minėtame tuščiaviduriame cilindre (11), ties jo viduriu pagal ilgį (mazgine zona) (6a) arba (ir) papildomame nupjauto tuščiavidurio rutulio formos koncentratoriuje (4a) padarius naujas dumblių masės cirkuliacijos kiaurymes (9,10).

Įrenginio gamybinio pajėgumo tolimesniam padidinimui galima papildomą nupjauto tuščiavidurio rutulio formos koncentratoriaus dalį (4a) arba (ir) tuščiavidurio cilindro (11) išorinį paviršių, ties jo viduriu pagal ilgį sujungti su papildoma (viena ar keliomis) rezonansinėmis sudėtinėmis pjezoelektrinėmis ultragarsinių virpesių žadinimo sistemomis (1a,1b,1c) Fig.4 a),b),c).

Įrenginio gamybinis pajėgumas dar labiau padidės patalpinus į tuščiavidurio cilindro (11) ir (arba) nupjauto tuščiavidurio rutulio (4-4a) vidų per atstumą „d“ (Fig.5 a),b)), neviršijantį pusės žadinamų virpesių bangos ilgio, sklindančių biomasėje (8), įdėklą (12), pagamintą iš stangrios, virpesius nesugeriačios medžiagos, pagal išraišką $d < c_b / 2f$, kur, c_b) – virpesių sklaidimo greitis biomasėje, f - žadinimo dažnis.

Ultragarsinio dumblių ląstelių ardymo įrenginio veikimas

Padavus į pjezoelementų elektrodus (brėžinyje neparodyta) rezonansinio dažnio įtampą, koncentratoriuje (4) sužadinama išilginių mechaninių virpesių banga, kurios maksimalios svyravimo amplitudės koncentruojasi ant laisvo nupjauto tuščiavidurio rutulio galo, kuris sąveikauja su dumblių ląstelių biomase (8), kuri cirkuliuoja per kiaurymes (9,10) rezervuare (7), sukeldamas joje ultragarsinę kavitaciją, ko pasekoje vyksta dumblių ląstelių, prisotintų alyvos, suardymas, alyvos išskyrimas (Fig.1). Energetinių nuostolių sumažinimas duoda tai, kad tuščiavidurio rutulio vidurinės linijos skersmuo ($2R$) parinktas taip, kad jame susižadintų pirma rezonansinė radialinių virpesių forma. Tokiu būdu, tuščiavidurio rutulio (4) sienelė virpa rezonansiniu radialinių virpesių dažniu ir papildomai sąveikauja su dumblių ląstelių biomase (8).

Prijungus prie koncentratoriaus galo to paties diametro tuščiavidurį cilindrą (11), padidinam virpamos rezonansinės sistemos (4-11) – koncentratoriaus –

sąveikos su biomase (8) plotą, ir tuo pačiu pakeliam gamybos našumą (Fig.2).

Esant cilindrai (11) to paties diametro kaip ir rutulio (4) pjūvio dalis, jame žadinasi pirma radialinių virpesių forma ir rezonansinė išilginių virpesių forma, kadangi cilindro ilgis „l“ parenkamas kartotiniu išilginių virpesių, žadinamų minėtame cilindre, pusbangių skaičiui. Visa tai pagerina įrenginio energetines charakteristikas.

Virpamos rezonansinės sistemos sąveikos su biomase plotą dar labiau padidiname, padarant ją uždara, laisvą cilindro galą (11) užbaigiant rezonansiniu tuščiaviduriu rutuliu (4a), kaip tai parodyta Fig.3, t.y padarant rezonansinę sistemą (4-11-4a), ir tuo pačiu dar labiau pakeliame gamybos našumą. Viduje uždaros virpamos sistemos, generuojant išilginių ir radialinių ultragarsinių virpesių modams, vyksta intensyvi biomasės (8) kavitacija, ko pasekoje - intensyvus ir greitas dumblių ląstelių ardymas.

Kavitacijos procesas ženkliai suintensyvėja žadinant sudėtinį koncentratorių (4-11-4a) keliomis papildomomis rezonansinėmis sudėtinėmis pjezoelektrinėmis ultragarsinių virpesių žadinimo sistemomis 1a),1b),1c), kaip tai parodyta Fig.4 a),b),c).

Biomasės (8) suardymo laiką ženkliai sumažiname patalpindami į uždaros virpamos sistemos (4) arba (4-11-4a) vidų įdėklą (12), pagamintą iš stangrios, virpesius nesugeriančios medžiagos. Nedidelis tarpelis „d“ tarp koncentratoriaus ir įdėklo užtikrina intensyvesnę biomasės kavitacijos koncentraciją mažesniame jos tūryje.

Išradimo apibrėžtis

1. Ultragarsinis dumblių ląstelių ardymo įrenginys (reaktorius), susidedantis iš skaidomos dumblių biomasės rezervuaro, kuriame įtaisytas ultragarsinių virpesių koncentratorius, kurio vienas galas sujungtas su rezonansine sudėtine pjezoelektrine ultragarsinių virpesių žadinimo sistema (Landževeno keitikliu), kitas - panardintas minėtoje biomasėje, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad koncentratorius padarytas nupjauto tuščiavidurio rutulio formos, prie kurio išorinės dalies statmenai rutulio pjūviui pritvirtina virpesių žadinimo sistema, o tuščiavidurio rutulio skersmuo parinktas taip, kad jame susižadintų pirma rezonansinė radialinių virpesių forma.

2. Ultragarsinis dumblių ląstelių ardymo įrenginys (reaktorius) pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad tuščiavidurio rutulio formos koncentratoriaus laisvas galas papildytas to paties diametro tuščiaviduriu cilindru, kurio ilgis lygus kartotiniam išilginių virpesių, žadinamų minėtame cilindre, pusbangių skaičiui.

3. Ultragarsinis dumblių ląstelių ardymo įrenginys (reaktorius) pagal 1 ir 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad tuščiavidurio cilindro laisvas galas sujungtas su papildomu nupjauto tuščiavidurio rutulio formos koncentratoriumi, o minėtame tuščiaviduriame cilindre, ties jo viduriu pagal ilgį, arba (ir) papildomame nupjauto tuščiavidurio rutulio formos koncentratoriuje padarytos dumblių masės cirkuliacijos kiaurymės.

4. Ultragarsinis dumblių ląstelių ardymo įrenginys (reaktorius) pagal 1, 2 ir 3 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad su papildomu nupjauto tuščiavidurio rutulio formos koncentratoriumi sujungtas papildoma rezonansine sudėtine pjezoelektrine ultragarsinių virpesių žadinimo sistema (Landževeno keitikliu).

5. Ultragarsinis dumblių ląstelių ardymo įrenginys (reaktorius) pagal 1, 2, 3 ir 4 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad tuščiavidurio cilindro išorinis paviršius, ties jo viduriu pagal ilgį, sujungtas su viena ar keliomis papildomomis rezonansinėmis sudėtinėmis pjezoelektrinėmis ultragarsinių virpesių žadinimo sistemomis (Landževeno keitikliu) .

6. Ultragarsinis dumblių ląstelių ardymo įrenginys (reaktorius) pagal 1, 2, 3, 4 ir 5 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo kad j tuščiavidurio cilindro ir (arba) nupjauto tuščiavidurio rutulio vidų per atstumą, neviršijantį pusės žadinamų virpesių bangos

ilgio, sklindančių biomasėje, patalpintas į dėklas, pagamintas iš stangrios, virpesius nesugeriaančios medžiagos.

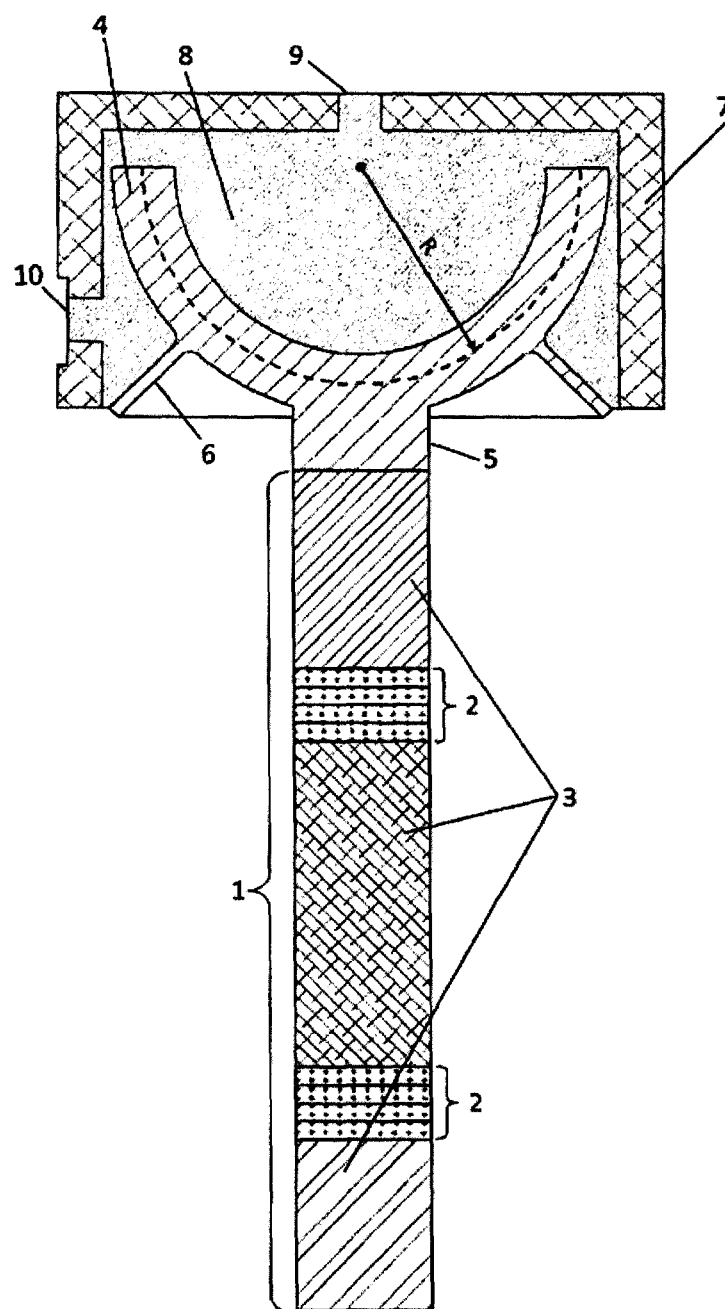


Fig.1

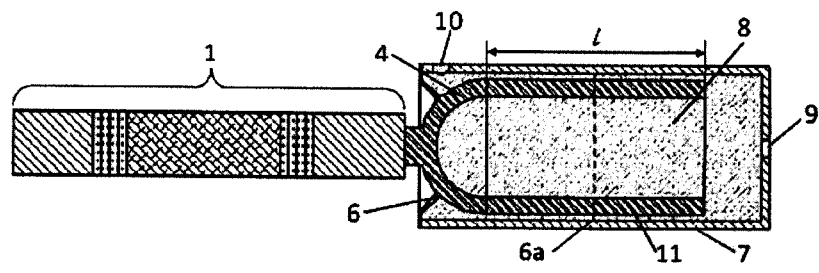


Fig.2

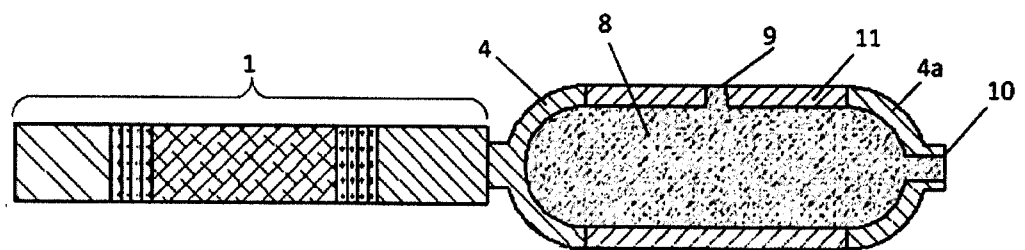


Fig.3

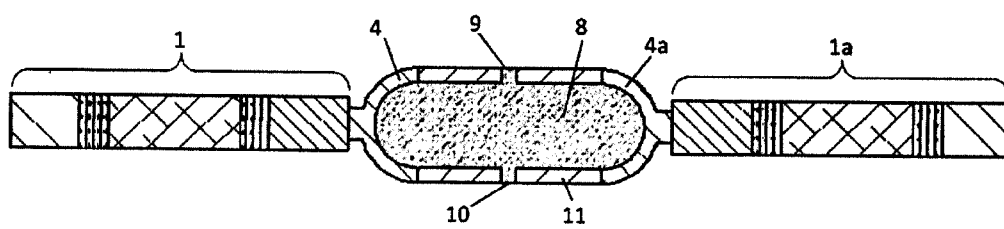


Fig.4a

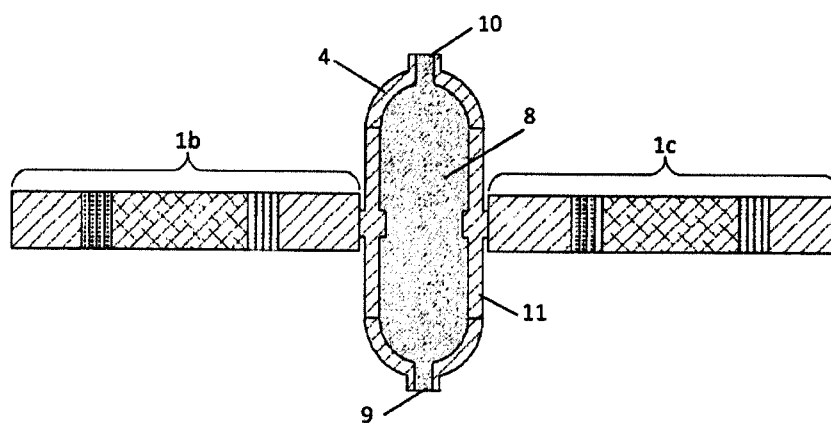


Fig.4b

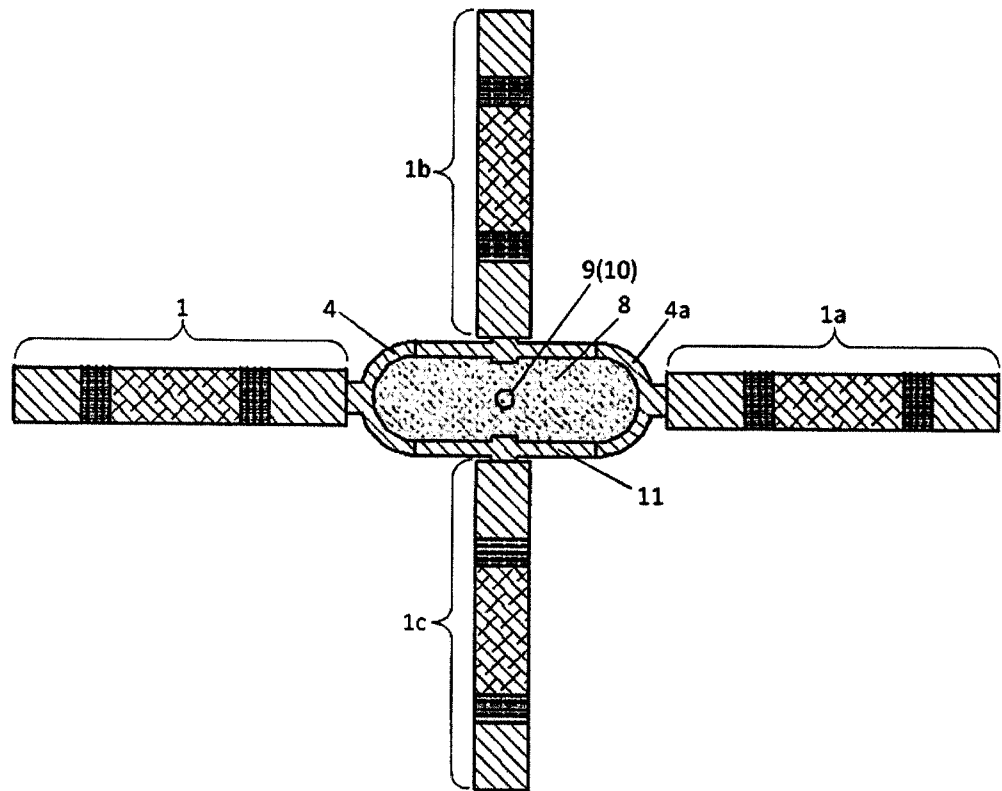


Fig.4c

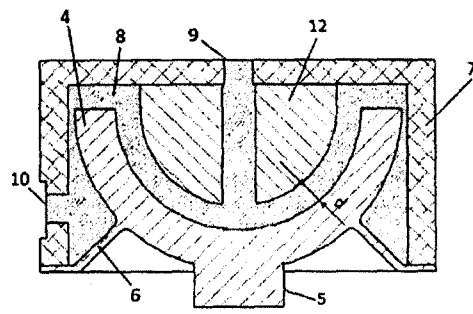


Fig.5a

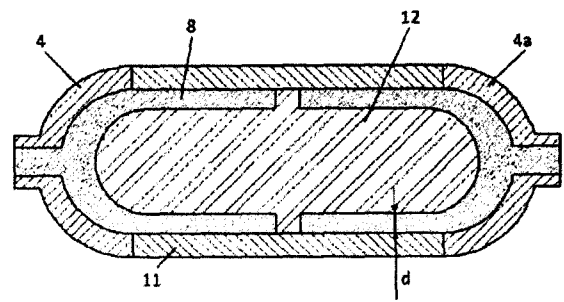


Fig.5b