

(19)



(10) **LT 6292 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

- (11) Patento numeris: **6292** (51) Int. Cl. (2016.01): **A61B 6/00**
(21) Paraiškos numeris: **2014 142** **G21F 1/00**
(22) Paraiškos padavimo data: **2014-12-16** **C01G 41/00**
(41) Paraiškos paskelbimo data: **2016-06-27** **C08K 3/00**
(45) Patento paskelbimo data: **2016-08-10**
(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:
Egidijus GRIŠKONIS, LT
Stanislovas ZACHAROVAS, LT
Diana ADLIENĖ, LT
Pranas NARMONTAS, LT
Rimas ŠEPERYS, LT
Ramūnas BAKANAS, LT
Neringa VAIČIŪNAITĖ, LT
(73) Patento savininkas:
KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS, K. Donelaičio g. 73, 44249
Kaunas, LT
(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Liudmila GERASIMOVICH, IĮ „Liudmila Gerasimovič, Patentinis patikėtinis“,
Vingrių g. 13-42, LT-01141 Vilnius, LT

- (54) Pavadinimas:
Apsaugančios nuo radiacijos medžiagos kompozicija, radiacinei apsaugai
skirtas ekranas ir jo gamybos būdas

- (57) Referatas:

Šis išradimas yra susijęs su apsauga nuo radiacijos ir yra skirtas skaidraus ekrano, apsaugančio, pvz., medicinos personalą nuo išsklaidytos Rentgeno spindulių ir turinčio savyje skaitmeniniu holografiniu būdu pagamintą difrakcinį optinį elementą projektuojantį perspėjimo apie radiologinį pavojų ženklą didžiausio radiologinio pavojaus kryptimi gamybai. Pagal išradimą iš skaidrios nedužios medžiagos pagaminamas stačiakampio gretasienio ar kitokios formos ir dvi priešingas lygiagrečias sienas turintis tuščiaviduris hermetiškas konteineris, kurio vidinė ertmė yra užpildoma optiškai skaidriu geliu, sudarytu iš dideliu tirpumu vandenyje pasižyminčio volframo junginio bei vandenyje tirpaus polimero poliakrilamido kompozicijos, ir pasižyminčiu didele Rentgeno spindulių sugeriamąja geba. Ant skaidraus plastiko konteinerio išorinio paviršiaus įspaudimu suformuojamas skaitmeninės holografijos būdu pagamintas skaidrus difrakcinis optinis elementas, apšviečiamas prie konteinerio pritvirtintu taškinės šviesos šaltiniu ir iššviečiantis perspėjimo apie radiologinį pavojų ženklą didžiausio radiacinio pavojaus kryptimi.

Išradimo sritis

Šis išradimas yra susijęs su radiologine apsauga ir yra skirtas skaidraus ekrano, apsaugančio, pavyzdžiui, medicinos personalą nuo išsklaidytosios Rentgeno spinduliuotės ir turinčio savyje skaitmeniniu holografiniu būdu pagamintą difrakcinį optinį elementą, projektuojantį perspėjimo apie radiologinį pavojų ženklą didžiausio radiologinio pavojaus kryptimi gamybai. Tokie ekranai yra privaloma apsauginė priemonė Rentgeno diagnostikos, o ypač intervencinės radiologijos skyriuose [NCRP Report 147. Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities (2004); Cousins C, Miller DL, Bernardi G, et al. ICRP publication 120: Radiological protection in cardiology. Ann ICRP 2013 Feb; 42(1) :1-125]

Technikos lygis

Žinomos apsaugos nuo Rentgeno spindulių priemonės paprastai yra gaminamos naudojant medžiagas, kurių sudėtyje yra švino. Apsauginės radiologinės priemonės gali būti naudojamos tiek užsidedant arba uždedant jas ant spinduliavimo riziką patiriančio asmens [US5844246, WO2006015695 ir kt.], įskaitant ir jo regos organų apsaugą [US6309065 ir kt.], tiek ir kaip skaidrūs ekranai iš stiklo ar plastiko, turinčio savo sudėtyje švino arba švino junginių, arba polimerinės kompozicijos su, pavyzdžiui, bario sulfato (BaSO_4) užpildu [WO2008076469 ir kt.].

Yra žinoma, kad švino akrilo stiklų, pvz. Premac®, kurie yra naudojami komercinių radiacinės apsaugos ekranų gamybai, ir kurių sudėtyje yra 30 % m/m švino, kurio druskos cheminiu būdu įterpiamos į akrilo kopolimero dervą, šviesos lūžio rodiklis yra 1,54. Švino akrilo stiklai pasižymi 80–88 % optiniu skaidriu matomai šviesai, o 0,5 mm ekvivalentinį švino storį atitinka 12 mm storio akrilo lakštas, kuris gali blokuoti iki 90% išsklaidytosios rentgeno spinduliuotės. [Mobile X-ray Screen, AMS - 076995, <http://www.amrayradiationprotection.com> arba Upper body shield, Mavig-PT6290/6272, <http://www.wtec.pt/demo/mavig/portegra2systems.pdf>], kurio Rentgeno absorbcinės savybės analizuojamos K.A. Fetterly, D.J. Magnuson, G. M. Tannahill, et al. Effective Use of Radiation Shields to Minimize Operator Dose During Invasive Cardiology Procedures. JACC: Cardiovascular interventions, 2011, 4(10)p. 133-1139].

Švinas ir jo junginiai, o taip pat medžiagos turinčios švino ir jo junginių, yra sunkiai utilizuojamos, o esant ilgalaikiam kontaktui, sukelia toksinį poveikį daugeliui

žmogaus organų, ypačiai nervų sistemai. Dėl didelio toksiškumo, siūloma uždrausti arba riboti švino ir jo junginių naudojimą medicinos įrenginiuose [EC Directive 2011/65/EU, RoHS II (7)].

Yra žinomos ir bešvinės polimerinės kompozicijos, galinčios slopinti Rentgeno spinduliuotę.

Aukščiau minėtame išradime WO2008076469 detalai aprašytos optiškai skaidrios, Rentgeno spindulius slopinančios, bešvinės polimerinės kompozicijos, savo sudėtyje turinčios nuo 5 iki 10 % (masės) smulkiagrūdžio bario sulfato BaSO_4 , ir jų gamybos būdas. Tokios kompozicijos optinį skaidrumą lemia vienodi organinių polimerų, savo sudėtyje turinčių sieros fragmentų (polisulfonų, polietersulfonų ir polikarbonatų kopolimerų), ir atkaitinto bario sulfato, šviesos lūžio rodikliai (nuo 1,6 iki apie 1,66). Tam pirmiausiai bario sulfatas atkaitinamas skirtingose temperatūrose, kai atitinkama temperatūra pasiekama tolygiai keliant ją $10^\circ\text{C}/\text{min}$ greičiu. Atkaitintas bario sulfatas, natūraliai ataušęs iki kambario temperatūros, sumalamas. Sumaltas bario sulfatas yra siojamas ir surinktos 60 ir mažiau mikrometrų bario sulfato miltelių dalelės yra suberiamos į ekstruderį su jame išlydyta polisulfono derva. Iš ekstruderyje išmaišytos (homogenizuotos) kompozicijos suformuotos granulės suberiamos į įšvirkštimo-liejimo mašiną, kur iš jų, pakartotinai išlydžius $320\text{--}355^\circ\text{C}$ temperatūroje, suformuojami 1, 2 ir 3 mm storio, skirtingo skaidrumo ir matiškumo lakštai, skirtingai slopinantys Rentgeno spindulius. Pavyzdžiui, tokiu būdu pagamintos polimerinės kompozicijos, turinčios 10 % (masės) smulkiagrūdžio bario sulfato BaSO_4 užpildo, 3 mm storio lakštas labiausiai sumažina (iki 25 %) į jį statmenai kritusių Rentgeno spindulių intensyvumą, tačiau jis yra visiškai optiškai neskaidrus. Tuo tarpu šiuo būdu pagamintos kompozicijos, turinčios iki 5 % (masės) atkaitinto smulkiagrūdžio bario sulfato užpildo, 2 mm storio lakštas yra pakankamai optiškai skaidrus (optinis skaidris matomai šviesai yra apie 80 %, matiškumas (haze) yra apie 40 %), tačiau tik labai menkai sumažina į jį kritusių Rentgeno spindulių intensyvumą (iki 5 %). Esminis tokių kompozicijų gamybos trūkumas yra tas, kad reikalingos gan didelės energijos sąnaudos vykdant tiek užpildo (bario sulfato) atkaitinimo, tiek ir kompozicijos sumaišymo ekstruderyje, tiek jo liejimo aukštatemperatūrius procesus.

Visiškai neskaidrūs, tačiau gan efektyviai Rentgeno spindulius sugeriantys bešviniai polimeriniai kompozitai gaunami, kai į termoplastinę poliamidinę dervą yra įmaišoma metalinio volframo mikrometrinių matmenų dalelių (miltelių). Publikacijoje

WO0244277 yra aprašytas apsaugantis nuo radiacijos polimerinis kompozitas ir jo gamybos būdas, kai ekstruderyje į poliamidines dervas (nailoną-6, nailoną-66 arba nailoną-12) įmaišoma nuo 94 iki 97 % (masės) metalinio volframo arba jo lydinio W-6Ni-4Cu miltelių, kurių vidutinis dalelių dydis yra apie 13 mikrometrų. Tam, kad volframo arba jo lydinio W-6Ni-4Cu miltelių mikrodalelės būtų lengviau disperguojamos ir geriau sukibtų su poliamidinėmis dervomis, pirmiausiai volframo arba jo lydinio W-6Ni-4Cu milteliai apdorojami γ -(2-aminoetil)aminopropiltrietoksisilanu ir pakaitinami iki 120 °C temperatūros. Nustatyta, kad iš gautų kompozitų išlietų kvadrato formos (85x85 mm) plokštelių Rentgeno spindulių sugerties efektyvumas priklauso nuo kompozito sluoksnio storio ir yra 28-30 % (kai storis 6 mm), 48-49 % (kai storis 12 mm) ir 62-64 % (kai storis 18 mm).

Japonijos patente JPH10153687(US5908884(A)) aprašomos kompozicijos kaučiuko pagrindu, skirtos apsaugai nuo radiacijos. Jos gaunamos sumaišant atvirame rutuliniame malūne fluorinto kaučiuko dispersijas, turinčias nuo 60 iki 95 % (masės) metalinio volframo mikrodalelių, kurių matmenys kinta nuo 4 iki 100 mikrometrų, bei nuo 5 iki 40 % (masės) volframo mikrodalelių, kurios yra mažesnės nei 4 mikrometrai. Presavimo būdu iš minėtų skirtingos sudėties dispersijų (kompozicijų) išlietų ir vulkanizuotų 1 mm storio gumos lakštų radiacijos (γ -spindulių) sugerties koeficientas kinta nuo 0,7 iki 1,2 cm⁻¹, kai γ -spindulių energija yra 1,5MeV. Be to, vulkanizuotas fluorinto kaučiuko ir volframo miltelių kompozitas pasižymi geru terminiu ir cheminiu atsparumu, tačiau yra visiškai optiškai neskaidrus.

Tarptautinėje paraiškoje WO2010145081 yra aprašoma Rentgeno spindulius sugeriančio bešvinio polimerinio kompozito medžiaga, kurioje yra 5-10 % (masės) plastiko, kaip rišamosios medžiagos, 2-30 % (masės) retųjų žemių metalų organinių kompleksinių junginių (šių metalų nesočiųjų karboksirūgščių druskų), 2-50 % (masės) neorganinių retųjų žemių metalų junginių, 2-50 % (masės) alavo arba jo neorganinių junginių (oksido, chlorido, sulfido, fluorida), 2-55 % (masės) bismuto arba jo neorganinių junginių (oksido, sulfido), 2-23 % (masės) bismuto organinio kompleksinio junginio (bismuto nesočiųjų karboksirūgščių druskų), 2-26 % (masės) volframo arba jo neorganinių junginių (karbido, halogenido, volframato), 0,2-3 % (masės) plastifikatoriaus, 0,1-0,3 % (masės) antioksidatoriaus, 0,05-0,3 % (masės) sialano, kaip rišiklio, ir 0,02-0,1 % (masės) polimerizacijos reakcijos *in-situ* iniciatoriaus. Čia paminėti net 16-os retųjų žemių metalų (išskyrus radioaktyviuosius prometį ir

aktinoidus) junginiai. Naudojami neorganiniai šių retųjų žemių metalų junginiai, tokie kaip oksidai, halogenidai, sulfidai, karbonatai, hidridai, hidroksidai.

Tarptautinėje paraiškoje WO20060906299 yra siūlomi Rentgeno spindulius ekranuojantys bešviniai kompozitai ir lakštų iš jų gamybos būdas, kai į organinį polimerą (poliuretaninę dervą su plastifikatoriumi) yra tolygiai įmaišoma 90 % masės ekranuojančiomis savybėmis pasižyminčių medžiagų miltelių užpildas. Skirtingų medžiagų užpildai, priklausomai nuo medžiagos ir jos miltelių dalelių dydžio, sudaro nuo 40 iki 80 % atitinkamų polimerinių kompozicijų tūrio. Tokiais Rentgeno spindulius ekranuojančių medžiagų užpildais patente aprašytose polimerinėse kompozicijose yra pavienių Ce, La, W, Sn, CeO₂, La₂O₃, Pr₂O₃, Nd₂O₃, Sm₂O₃, Eu₂O₃ bei Gd₂O₃ milteliai ar kai kurių iš šių medžiagų miltelių mišiniai, kuriuose kietųjų dalelių dydis kinta nuo 1 iki 20 mikrometrų. Iš minėtų medžiagų ir poliuretaninės dervos su 1 % (masės) plastifikatoriaus priedu gaminamos kompozicijos buvo intensyviai maišomos nuo 0,5 iki 2 valandų ir iš jų buvo išliejami 1 mm storio neskaidrūs lakštai. Skirtingų medžiagų ir skirtingų dalelių dydžio užpildų turinčių polimerinių kompozicijų 1 mm storio lakštų Rentgeno spindulių slopinimas atitinka nuo 0,25 iki 0,85 mm ekvivalentinį švino sluoksnio storį (mmPb).

Artimiausiu siūlomam išradimui pagal apsaugančios nuo radiacijos kompozicijos sudėtį gali būti aukščiau minėtas WO0244277, kur bešvinis ekranuojančiomis savybėmis pasižyminčios medžiagos kompozitas yra gaunamas įmaišant ir disperguojant poliamidinėje dervoje iki 97 masės % volframo arba jo lydinio mikrodalelių. Tačiau iš jo išlietos plokštelės nėra skaidrios.

Kadangi nei vienas žinomas (įskaitant siūlomą) skaidrus apsauginis radiologinis ekranas visiškai (100 %) neblokuoja Rentgeno spinduliuotės, ant jų dažnai yra talpinami ženklai, perspėjantys apie spinduliavimo pavojų. Dėl Rentgeno spindulių prigimtinių savybių, toks pavojus yra didžiausias žiūrint pro skaidrų apsauginį ekraną kryptimi lygiagrečia Rentgeno spinduliams, nuo kurių minėtas ekranas ir turi apsaugoti. Akivaizdu, kad minėti apsauginiai ženklai blokuoja matymą objektų esančių už apsauginio ekrano, žiūrint į jį kryptimis nelygiagrečiomis Rentgeno spinduliams.

Taigi, visos žinomos Radiologinės apsaugos priemonės yra arba neskaidrios (nepakankamai skaidrios), arba turinčios savo sudėtyje toksiškų medžiagų, be to, ženklai, perspėjantys apie radiologinį pavojų, blokuoja vaizdą pro apsauginį ekraną ir tomis matymo kryptimis, kuriomis radiologinis pavojus yra nykstamai mažas.

Iš kitos pusės yra žinomas būdas rodyti perspėjimo ženklą tik tam tikra kryptimi, aprašytas išradime US5963345. Pagal šį išradimą perspėjimo ženklas, susidedantis iš paslėptos lempos pritvirtintos prie transporto priemonės (pav. mokyklinio autobuso) ir pralaidumo hologramos sumontuotos automobilio priekyje arba užpakalyje. Lempa apšviečia pralaidumo hologramą, vaizdas kurioje yra matomas tik tam tikrame, iš anksto nustatytame matymo kampe. Holograma iššviečia į iš anksto nustatytą matymo kampą tam tikrą užrašą, pavyzdžiui „Stop“, tam, kad perspėtų kitų automobilių vairuotojus, kad hologramą rodantis automobilis, pavyzdžiui, mokyklinis autobusas, ruošiasi stabdyti. Minėta holograma gaminama taip, kad ji turėtų nesimetriją matymo lauką. Išradime taip pat yra aprašomas tokios hologramos įrašymo būdas. Holograma įrašoma analoginiu būdu, leidžiant objekcinį spindulį per difuzorių ir blokuojant jį kauke praleidžiančią šviesą norimo užrašo vietoje.

Taip pat yra žinomas didelio formato (nuo A5 iki 1x1,5m) skaitmeninių vaizdinių hologramų užrašymo būdas ir įrenginys pagal WO0142861 (LT4842), žymiai pagreitinantis skaitmeninių hologramų gamybos procesą. Pagal šį būdą šviesos moduliatoriuje yra iššviečiamas vaizdas suformuotas iš pikselių, paimtų iš atitinkamų kelių šimtų 3D erdvių vaizdų, šviesos modulatorius yra apšviečiamas koherentinės impulsinių lazerio šviesos pluoštu, moduluota spinduliuotė yra fokusuojama specialiu objektyvu turinčiu optinę sąsmauką jo išorėje, iš karto už sąsmaukos yra talpinama šviesai jautri medžiaga. Šviesai jautri medžiaga yra apšviečiama moduluotos šviesos impulsu kartu su nemoduliuotu atraminiu lazerio spinduliuotės impulsu ir mažame šviesai jautrios medžiagos plotelyje, žinomam kaip holopikselis arba hogelis, įsirašo holografinis difrakcinis elementas (HDE). Chemiškai ar kitaip apdorojus šviesai jautrią medžiagą ir apšvietus tokiu būdu įrašytą HDE šviesa, kurios kryptis tapati nemoduluotos lazerio šviesos kryptiai jo įrašymo metu, HDE įvairiomis matymo kryptimis „projektuoja“ tą patį erdvinės šviesos modulatoriaus vaizdą, suformuotą iš kelių šimtų pikselių, paimtų iš atitinkamų kelių šimtų 3D erdvių vaizdų taip, kad kiekviena kryptimi būtų projektuojamas tik vieno pikselio vaizdas. Padengus visą šviesai jautrios medžiagos paviršių tokiais HDE, jų visuma elgiasi, kaip įprasta holograma – t.y. skirtingais jos apžvalgos kampais yra matomi skirtingi vaizdai. Paprastai tokiu būdu įrašytos skaitmeninės vaizdinės hologramos yra atspindžio hologramos (t.y. apšviečiamos iš stebėtojo pusės), tačiau LT4842 minima galimybė tokiu būdu rašyti ir pralaidumo hologramas.

Vienok, tokiu būdų gaminamos pralaidumo hologramos, yra gaminamos ant šviesai jautrios medžiagos ir galėtų būti naudojamos, kaip perspėjantis ženklai, tik panaudojus papildomas adheazines medžiagas, pabloginančias hologramos pralaidumo savybes, bei reikalaujančias kelių papildomų technologinių operacijų jų integravimui į radiacinės apsaugos ekraną.

Siūlomo išradimo tikslas yra patobulinti žinomus radiologinius ekranus, užtikrinant pakankamą radiacinę apsaugą ir kartu aukštą optinį skaidrį, kaip užpildą naudojant naujas skaidrias medžiagas, kurių sudėtyje nėra švino. Pageidautina būtų inkorporuoti į tokį ekraną difrakcinį optinį elementą, perspėjantį apie pavojų ir matomą tik didžiausio pavojaus kryptimi.

Išradimo esmė

Nurodytą tikslą leidžia pasiekti išradimų grupė, būtent apsaugančios nuo radiacijos medžiagos kompozicija, radiacinei apsaugai skirtas optiškai skaidrus ekranas, turintis minėtos kompozicijos užpildą, ir šio radiacinei apsaugai skirtu optiškai skaidraus ekrano gamybos būdas. Visus grupės įvardintus išradimus vienija aukščiau nurodytas bendras išradybinis sumanymas.

Svarbiausias išradimų grupės objektas yra apsaugančios nuo radiacijos medžiagos kompozicija, turinti organiniame polimere ekranuojančiomis savybėmis pasižyminčių bešvinių komponentų. Nauja yra tai, kad bešviniu komponentu yra amonio metavolframatas ir kompozicijos sudėtis masės procentais yra:

poliakrilamidas	0,5-1
amonio metavolframatas	15-70, optimaliai 60
vanduo	likusi dalis,

kur kompozicijos tankis yra apytiksliai nuo 1,2 iki 2,5 g/cm³, Rentgeno spindulių silpimo koeficientas yra 0,52 - 3,63 cm⁻¹, o 10 mm storio kompozicijos sluoksnio ekvivalentinis švino storis atitinka 0,15 - 0,72 mm.

Vienas iš optimaliausių nurodytos kompozicijos įgyvendinimo pavyzdžių yra kompozicija, apimanti 1 masės % poliakrilamido ir 60 masės % amonio metavolframato, pasižyminti apie 2,05 g/cm³ tankiu, apie 2,47 cm⁻¹ Rentgeno spindulių silpimo koeficientu, o šios kompozicijos 10 mm storio sluoksnio ekvivalentinis švino

storis atitinka 0,61 mm.

Radiacinei apsaugai skirtas optiškai skaidrus ekranas pagal siūlomą išradimą turi aukščiau minėtos kompozicijos užpildą. Šia kompozicija yra užpildytas per užpildymo angą skaidrus lygiagrečiais šonais plastikinis konteineris, ant kurio vienos iš dviejų lygiagrečių sienelių paviršiaus yra įspaustas difrakcinės hogelių matricos reljefas, turintis savyje informaciją apie radiacinio pavojaus ženklą ir jo matymo kryptį. Toks ekranas pasižymi užpildo optiniu skaidriu, kuris yra nuo 86 % iki 90 %, optimaliai 89 %.

Radiacinei apsaugai skirto optiškai skaidraus ekrano gamybos būdas apima tokias stadijas:

- ant skaidraus lygiagrečiais šonais plastikinio konteinerio vienos iš lygiagrečių sienelių užneša paviršinį difrakcinės hogelių matricos reljefą, turintį savyje informaciją apie radiacinio pavojaus ženklą ir jo matymo kryptį,

- paruošia minėtos apsaugančios nuo radiacijos medžiagos kompoziciją gelio pavidalu,

- paruoštu geliu pro konteinerio angą užpildo minėto skaidraus plastiko konteinerio vidų,

- paruoštos kompozicijos užpildą sonifikuoja ir hermetizuoja konteinerį.

Apsaugančią nuo radiacijos kompoziciją paruošia taip:

- a) vandenyje brinkina didelės molekulinės masės poliakrilamidą, pašildant iki 65-80 °C, optimaliai iki 70 °C,

- b) nuolat maišant suberia amonio metavolframą ir

- c) tęsia maišymą, palaikant temperatūrą apie 80 °C, kol susiformuoja gelis, kurį po to sonifikuoja 50-60 °C temperatūroje.

Minėtam apsaugančios nuo radiacijos kompozicijos geliui nespėjus ataušti iki kambario temperatūros, užpildytą konteinerį prieš hermetizuojant dar kartą papildomai sonifikuoja ultragarsu 50-60 °C temperatūroje.

Ant skaidraus konteinerio vienos didžiausio ploto sienelės paviršiaus dar prieš užpildant įspaudžiama bent vienas difrakcinės hogelių matricos reljefas, turintis savyje informaciją apie radiacinio pavojaus ženklą ir jo matymo kryptį.

Siekiant gauti difrakcinės hogelių matricos reljefą ant šviesai laidžios medžiagos, turinčios skaitmeninės hologramos hogelių matricą, užneša elektrai laidų sluoksnį, jį elektrolitiškai nikeliuoja, nikelio sluoksnį su veidrodine skaitmeninės hologramos paviršiaus reljefo kopija atskiria ir įspaudžia ant skaidraus konteinerio (1) vienos didžiausio ploto sienelės paviršiaus terminiu būdu.

Visų šių požymių visuma leidžia pagaminti optiškai skaidrų polimerinį ekraną, skirtą personalo radiacinei apsaugai, neturintį savyje pavojingų sveikatai medžiagų bei turintį perspėjimo apie radiacinį pavojų ženklą, matomą didžiausio radiacinio pavojaus kryptimi. Ekranu užpildo optinis skaidris yra nuo 86 % iki 90 %, optimaliai 89 %, rentgeno spindulių silpimo koeficientas yra $0,52 - 3,63 \text{ cm}^{-1}$.

Trumpas brėžinių aprašymas

Išradimas paaiškinamas brėžiniais, kur pavaizduota

Fig. 1 - radiologinis ekranas su keliais kryptiniais perspėjamaisiais ženklais.

Fig. 2 - radiologinis ekranas su vienu kryptiniu perspėjamuoju ženklu.

Detalus išradimo aprašymas

Apsaugančios nuo radiacijos medžiagos kompozicijos gamybai naudojamas dideliu tirpumu vandenyje pasižymintis volframo junginys amonio metavolframatų $(\text{NH}_4)_6\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}$ (AMV, tirpumas $s \sim 160 \text{ g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$ esant 20°C) ir vandenyje tirpus organinis polimeras – poliakrilamidas. Amonio metavolframato tirpalas, o taip pat poliakrilamidu sutirštinta minėto volframo junginio kompozicija (gelis) pasižymi didele Rentgeno spindulių sugeriamąja geba. Volframo masės dalis amonio metavolframato $(\text{NH}_4)_6\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}$ siekia 75 %. Kompozicija sutirstinama poliakrilamidu, siekiant padidinti Rentgeno spindulius slopinančių ekranų saugumą, kad būtų išvengta netikėto kompozicijos ištekėjimo iš ekrano, pvz. išsihermetinus konteineriui dėl mechaninio pažeidimo ar pan. Minėtos kompozicijos tankis (priklausomai nuo amonio metavolframato masės dalies kompozicijoje) yra beveik dvigubai ir daugiau kartų mažesnis ($< 2,5 \text{ g}/\text{cm}^3$) nei Rentgeno spinduliuotės intensyvumo slopinimui naudojamų optiškai skaidrių švino stiklų tankis (apie $4,6 \text{ g}/\text{cm}^3$) (<http://www.radiansa.com/radiation-shielding/lead-glass.htm>)

Radiacinei apsaugai skirtas optiškai skaidrus ekranas pagal siūlomą išradimą susideda iš skaidraus lygiagrečiais šonais plastikinio konteinerio 1, ant kurio vienos iš dviejų lygiagrečių sienelių paviršiaus yra įspaustas difrakcinės hogelių matricos reljefas 2. Viršutinėje dalyje konteineris 1 turi angą arba angas 3 išradime siūlomos kompozicijos užpildymui. Minėtas difrakcinės hogelių matricos reljefas 2 turi savyje informaciją apie radiacinio pavojaus ženklą ir jo matymo kryptį 4. Prie konteinerio 1 su radiaciją sugeriančiu geliu pritvirtintas taškinis šviesos šaltinis 5, pageidaujamai šviesos diodas, difrakcinės hogelių matricos reljefo 2 apšvietimui.

Iš skaidraus plastiko (polikarbonato, polimetilmetakrilato, polistireno, stireno-akrilnitrilo kopolimero (SAN'o)) lakštų pagaminamas stačiakampio gretasienio ar kitokios formos, tačiau būtinai dvi priešingas lygiagrečias sienas turintis tuščiaviduris hermetiškas konteineris 1.

Ant skaidraus plastiko konteinerio 1 išorinio paviršiaus, prieš užpildant jį aukščiau aprašyta kompozicija, įspaudimo būdu suformuojamas skaitmeninės holografijos būdu pagamintas skaidrus difrakcinio hogelių matricos reljefo 2, projektuojantis perspėjimo apie radiologinį pavojų ženklą didžiausio radiacinio pavojaus kryptimi 4, t.y. ant konteinerio paviršiaus yra įspaudžiama difrakcinė gardelė, turinti savyje informaciją apie radiacinio pavojaus ženklą, kurios matrica yra gaminama padengiant skaitmeninę hologramą, įrašytą ant šviesai jautrios medžiagos kaip hogelių matricą vakuuminio-terminio užgarinimo būdu, padengia 200 nm, ar storesniu, elektrai laidžiu sidabro sluoksniu. Po to, medžiaga su skaitmeninės hologramos hogelių matrica, padengta sidabro sluoksniu, yra patalpinama į nikeliavimo elektrolitą, ir atliekamas elektrocheminis nikelio nusodinimas ant sidabro sluoksniu. Suformuotas nikelio sluoksniu yra mechaniškai atskiriamas nuo šviesai jautrios medžiagos su skaitmeninės hologramos hogelių matrica. Šis nikelio sluoksniu, kurio paviršiuje yra holograma, naudojamas terminiam difrakcinio hogelių matricos reljefo 2 įspaudimui ant skaidraus konteinerio sienelės.

Reikiamos sudėties skaidraus plastiko konteinerio 1 užpildui gaminamas tirpių volframo junginių ir organinių polimerų kompozicijos gelis. Į karščiui atsparų stiklinį indą (pvz. kolbą) įpilamas apskaičiuotas tūris (masė) kambario temperatūros destiliuoto vandens ir suberiama apskaičiuota masė didelės molekulinės masės ($M_r > 10^4$) poliakrilamido (PAA). Nemaišomas ir nekaitinamas mišinys išlaikomas apie 0,5 h, kol PAA išbrinksta vandenyje. Po to mišinys kolboje pradedamas lėtai maišyti mechanine

maišykle ir karšto vandens vonioje šildomas iki 70 °C. Pasiekus šią temperatūrą mišinys yra maišomas dar apie 0,5 h. Po to į susidariusį skaidrų, klampų ir nuolatos maišomą bei pašildytą iki 80 °C temperatūros PAA gelį mažomis porcijomis suberiama apskaičiuota masė (neviršijant tirpumo ribos kambario temperatūroje) amonio metavolframato $(\text{NH}_4)_6\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}$. Gautas mišinys, palaikant 80 °C temperatūrą, maišomas dar apie 0,5 h, kol visiškai ištirpsta amonio metavolframatas ir gaunamas homogeniška ir skaidri kompozicija (gelis). Išjungus maišymą, kolba su joje esančiu geliu išimama iš kaitinamos vandens vonios ir įstatoma į termostatuojamą ultragarsinę vonią, užpildytą vandeniu, šildomu iki 50-60 °C temperatūros. Gelis kolboje sonifikuojamas ultragarsu ne mažiau kaip 15 min., tam, kad iš gelio pasišalintų jo ruošimo metu disperguoti oro burbuliukai. Taip paruoštos PAA ir amonio metavolframato kompozicijos pH~3,5.

Tokia kompozicija (geliu), nespėjus jam ataušti iki kambario (aplinkos) temperatūros, pro angą 3 yra užpildomas aukščiau aprašytas skaidraus plastiko tuščiaviduris konteineris 1.

Tam, kad difrakcinės hogelių matricos reljefas suformuotų erdvėje radiacinio pavojaus ženklo vaizdą, jis turi būti apšviestas taškiniu šviesos šaltiniu – tai daroma pritvirtinant prie konteinerio su radiaciją sugeriančiu geliu taškinį šviesos šaltinį 5, pageidaujamai šviesos diodą.

Atskiros ekrano gamybos pakopos iliustruojamos žemiau pateiktais pavyzdžiais, kurie neapriboja išradimo apimties.

1 pavyzdys – Kompozicijos (gelio) gamyba

Gaminant didelę Rentgeno spinduliuotės intensyvumą slopinimo geba pasižyminčią kompoziciją iš amonio metavolframato $(\text{NH}_4)_6\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}$ ir poliakrilamido, pirmiausia 100 ml distiliuoto vandens yra išbrinkinama ir ištirpinama 2,5 g nejoninio poliakrilamido PAA. Į gautą gelį, pašildytą iki 80 °C, intensyviai maišant nedidelėmis porcijomis suberiama 150 g amonio metavolframato $(\text{NH}_4)_6\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}$ (AMV). Gautą kompoziciją sudaro apie 1 % (masės) nejoninio poliakrilamido ir apie 60 % amonio metavolframato. Tokia kompoziciją sutrumpintai žymima 1PAA-60AMV.

Šios kompozicijos ir kitų analogiškai gaminamų kitokios sudėties kompozicijų

sudėtis, tankis, optinis skaidris ir Rentgeno spindulių silpimą charakterizuojantys parametrai pateikiami 1 lentelėje.

1 lentelė

Siūlomos kompozicijos Rentgeno apsauginiams ekranams charakteristikos

Nr.	Kompozicija	Kompozicijos sudėtis, % (m/m)	Volframo koncentracija kompozicijoje, % (m/m)	Tankis, g/cm ³	Ilginis silpimo koeficientas, cm ⁻¹	Užpildomas optinis skaidris, %	10 mm storio kompozicijos ekvivalentinis švino storis, mmPb
1	1PAA-15AMV	1% PAA 15% (NH ₄) ₆ H ₂ W ₁₂ O ₄₀ 84% H ₂ O	~11%	1,189	0,52	90	0,15
2	1PAA-30AMV	1% PAA 30% (NH ₄) ₆ H ₂ W ₁₂ O ₄₀ 69 % H ₂ O	~22%	1,390	1,00	90	0,28
3	1PAA-50AMV	1% PAA 50% (NH ₄) ₆ H ₂ W ₁₂ O ₄₀ 49 % H ₂ O	~11%	1,849	2,19	89	0,57
4	1PAA-60AMV	1% PAA 60% (NH ₄) ₆ H ₂ W ₁₂ O ₄₀ 39 % H ₂ O	~37,5%	2,046	2,47	89	0,61
5	1PAA-70AMV	1% PAA 70% (NH ₄) ₆ H ₂ W ₁₂ O ₄₀ 29 % H ₂ O	~52,5%	2,475	3,63	86	0,72

Iš šios lentelės galima daryti išvadą, kad radiacinei apsaugai skirtam optiškai skaidriam ekranui tinkamiausia mišinio koncentracija procentais yra: poliakrilamidas 1, amonio metavolframoto. 60, vanduo 29. Tada švino ekvivalentas yra 0,61. Prie mažesnių amonio metavolframoto koncentracijų negaunamas reikiamas ekvivalentinis švino storis, o prie didesnių - pradeda mažėti ekrano optinis skaidris. Prie 60 % am.volfr. skaidris yra 89 % , prie 70 % am.volf. optinis skaidris yra 86 %.

2 pavyzdys – Nikelio sluoksnio, naudojamo difrakcinio optinio elemento įspaudimui ant konteinerio sienelės suformavimas

Ant šviesai jautrios medžiagos, jau turinčios skaitmeninės hologramos hogelių matricą, vakuuminio-terminio užgarinimo būdu yra padengiamas plonas (apie 200 nm) elektrai laidus sidabro sluoksnis. Medžiaga su skaitmeninės hologramos hogelių

matrica ir padengtu sidabro sluoksniu yra patalpinama į nikeliavimo elektrolitą, kuris susideda iš 2 lentelėje pateiktų medžiagų.

2 lentelė

Sulfamatinio nikeliavimo elektrolito sudėtis

Medžiaga	Koncentracija
Ni (II) sulfamatas ($\text{Ni}(\text{NH}_2\text{SO}_3) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	390–510 g/l
Ni (II) chloridas (NiCl_2)	5–30 g/l
Boro rūgštis (H_3BO_3)	35–40 g/l (prisotintas elektrolitas)
Nario dodecilsulfatas $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{Na}$	0,05–0,25 g/l
Blizgodarai (sudėtis neskelbiama)	1,5–2,3 ml/l

Kaip tirpiklis naudojamas distiliuotas dejonizuotas vanduo, kurio savitoji varža $R > 10 \text{ M}\Omega$.

Atliekamas elektrocheminis nikelio nusodinimas ant sidabro sluoksnio. Nusodinimo proceso parametrai: elektrolito pH vertė – nuo 3,8 iki 4,2 (optimali – 4,0), Elektrolito temperatūra nikelio nusodinimo proceso metu – nuo 40 °C iki 60 °C (optimali – 50 °C). Katodinės srovės tankis keičiamas nuo 1 mA/cm^2 (nikelio nusodinimo proceso pradžioje) iki 3,5 mA/cm^2 . Anodas – titano krepšys, užpildytas Ni-0,1%NiS granulėmis (INCO S-Nickel) ir įvilktas į polipropileno audinio užvalkalą.

Suformuotas nikelio sluoksnis yra mechaniškai atskiriamas nuo šviesai jautrios medžiagos su skaitmeninės hologramos hogelių matrica. Šis nikelio sluoksnis, kurio paviršiuje yra holograma naudojamas terminiam įspaudimui į stireno-akrilnitrilo kopolimero (SAN) skaidrų lakštą. Terminio įspaudimo parametrai: slėgis – 0,3 MPa, temperatūrą – 120 °C, spaudimo trukmė – 5 s.

Išradimo privalumai ir pritaikymas

Radiacinei apsaugai skirtas optiškai skaidrus polimerinis ekranas, neturintis pavojingų sveikatai medžiagų, bei turintis perspėjimo apie radiacinį pavojų ženklą, matomą didžiausio radiacinio pavojaus kryptimi pasižymi optiniu skaidriu (nuo 86 % iki 90 %, optimaliai 89 %) ir rentgeno spindulių silpimo koeficientu ($0,52 - 3,63 \text{ cm}^{-1}$), o 10 mm storio kompozicijos sluoksnio ekvivalentinis švino storis atitinka 0,15 - 0,72 mm.. Specialistui aišku, kad tokio tipo ekranai gali būti pritaikyti ne tik medicinoje, bet ir kitose

srityse, kur naudojama radiacija, įspėjimui apie pavojų, Tokiu būdu šis išradimas neapsiriboja konkrečiais minėtais išradimo įgyvendinimo pavyzdžiais, bet gali turėti ekvivalentinius įgyvendinamus ir modifikacijas išradimo apibrėžties punktų ribose.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Apsaugančios nuo radiacijos medžiagos kompozicija, turinti organiniame polimere ekranuojančiomis savybėmis pasižyminčių bešvinių komponentų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad bešviniu komponentu yra amonio metavolframatą ($(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}$) ir kompozicijos sudėtis masės procentais yra:

poliakrilamidas	0,5-1
amonio metavolframatą	15-70, optimaliai 60
vanduo	likusi dalis,

kur kompozicijos tankis yra apytiksliai nuo 1,2 iki 2,5 g/cm³, Rentgeno spindulių silpimo koeficientas yra 0,52 - 3,63 cm⁻¹, o 10 mm storio kompozicijos sluoksnio ekvivalentinis švino storis atitinka 0,15 - 0,72 mm.

2. Apsaugančios nuo radiacijos medžiagos kompozicija pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad esant kompozicijoje 1 masės % poliakrilamido ir 60 masės % amonio metavolframato, ji pasižymi apie 2,05 g/cm³ tankiu, apie 2,47 cm⁻¹ Rentgeno spindulių silpimo koeficientu, o šios kompozicijos 10 mm storio sluoksnio ekvivalentinis švino storis atitinka 0,61 mm.

3. Radiacinei apsaugai skirtas optiškai skaidrus ekranas, turintis kompozicijos pagal 1 arba 2 punktą užpildą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėta kompozicija yra užpildytas skaidrus lygiagrečiais šonais plastikinis konteineris (1), ant kurio vienos iš dviejų lygiagrečių sienelių paviršiaus yra įspaustas difrakcinės hogelių matricos reljefas (2), turintis savyje informaciją apie radiacinio pavojaus ženklą ir jo matymo kryptį (4), kur ekrano užpildo optinis skaidris yra nuo 86% iki 90%, optimaliai 89%.

4. Radiacinei apsaugai skirto optiškai skaidraus ekrano pagal 3 punktą gamybos būdas, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad

- ant skaidraus lygiagrečiais šonais plastikinio konteinerio (1) vienos iš lygiagrečiųjų sienelių užneša paviršinį difrakcinės hogelių matricos reljefą (2), turintį savyje informaciją apie radiacinio pavojaus ženklą ir jo matymo kryptį (4),

- paruošia minėtos apsaugančios nuo radiacijos medžiagos kompoziciją gelio pavidalu,
- paruoštu geliu pro konteinerio (1) angą (3) užpildo minėto skaidraus plastiko konteinerio vidų,
- paruoštos kompozicijos užpildą sonifikuoja ir hermetizuoja konteinerį (1).

5. Būdas pagal 4 punktą, *b e s i s k i r i a n t i s* tuo, kad apsaugančios nuo radiacijos kompozicijos pagal 1 punktą paruošimui:

- a) vandenyje brinkina didelės molekulinės masės poliakrilamidą, pašildant iki 65-80 °C, optimaliai iki 70 °C,
- b) nuolat maišant suberia amonio metavolframatą ir
- c) tęsia maišymą, palaikant temperatūrą apie 80 °C, kol susiformuoja gelis, kurį po to sonifikuoja 50-60 °C temperatūroje.

6. Būdas pagal 4 arba 5 punktą, *b e s i s k i r i a n t i s* tuo, kad minėtam apsaugančios nuo radiacijos kompozicijos geliui nespėjus ataušti iki kambario temperatūros, užpildytą konteinerį (1) prieš hermetizuojant dar kartą papildomai sonifikuoja ultragarsu 50-60 °C temperatūroje.

7. Būdas pagal 4 punktą, *b e s i s k i r i a n t i s* tuo, kad ant skaidraus konteinerio vienos didžiausio ploto sienelės paviršiaus įspaudžia bent vieną difrakcinės hogelių matricos reljefą (2), turintį savyje informaciją apie radiacinio pavojaus ženklą ir jo matymo kryptį (4).

8. Būdas pagal 7 punktą, *b e s i s k i r i a n t i s* tuo, kad siekiant gauti minėtą difrakcinės hogelių matricos reljefą (2) ant šviesai laidžios medžiagos, turinčios skaitmeninės hologramos hogelių matricą, užneša elektrai laidų sluoksnį, jį elektrolitiškai nikeliuoja, nikelio sluoksnį su veidrodine skaitmeninės hologramos paviršiaus reljefo kopija atskiria ir įspaudžia ant skaidraus konteinerio (1) vienos didžiausio ploto sienelės paviršiaus terminiu būdu.

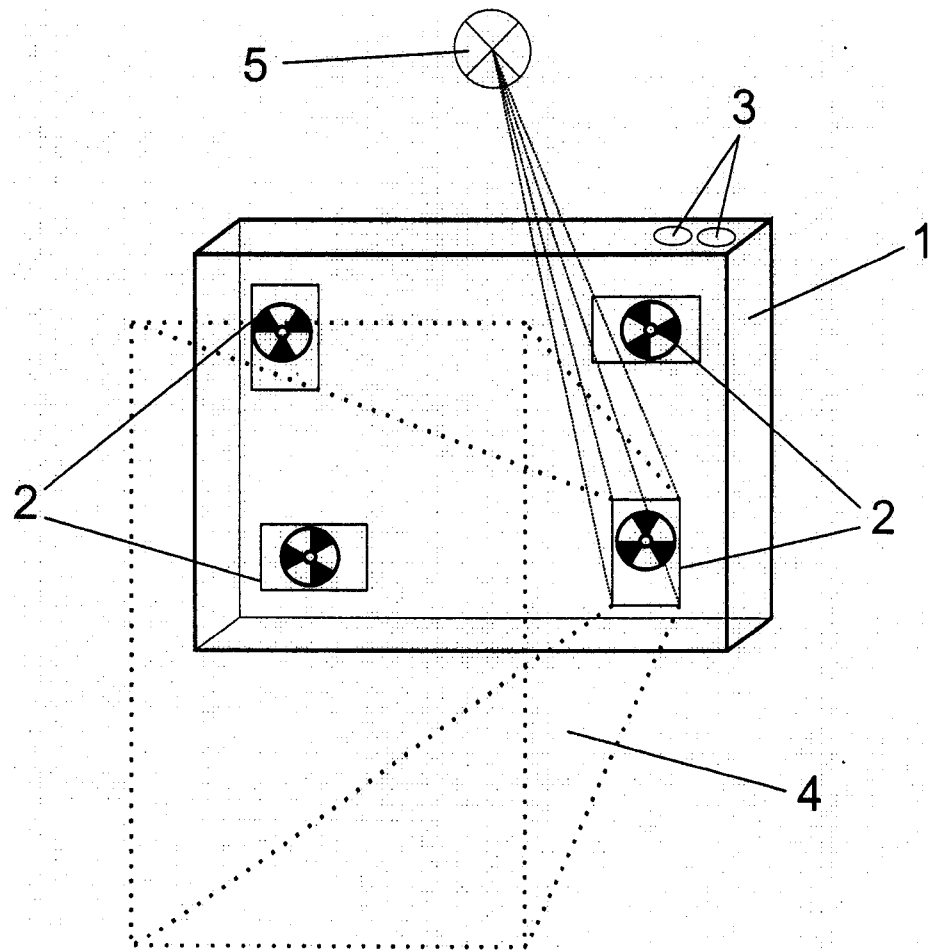


Fig. 1

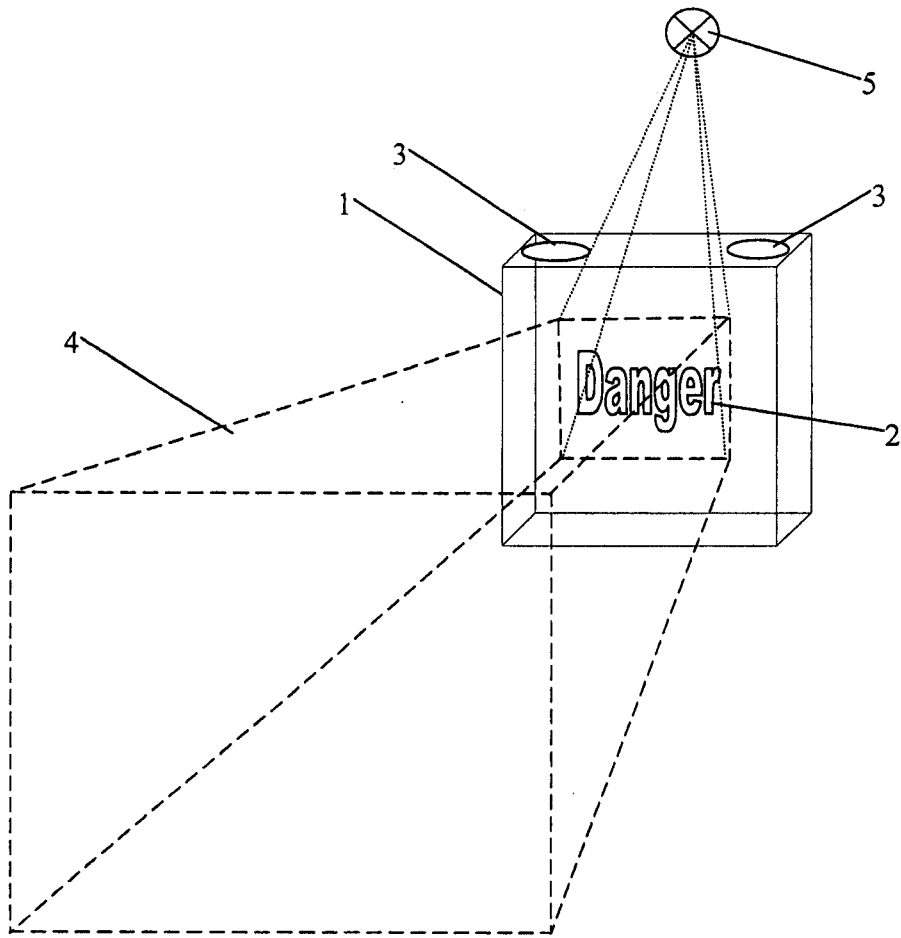


Fig.2