



LATVIJAS REPUBLIKA

PATENTS

*Latvijas Republikas Patentu valde apliecina, ka šajā patentā
ietvertais izgudrojums ir iekļauts patentu reģistrā ar*

Nr. 15491

*Patents ir spēkā Latvijā 20 gadu no 21.08.2019.,
ja šis termiņš Patentu likumā paredzētajā gadījumā nebeidzas
agrāk*



Patents piešķirts

20.09.2020.

Rīga

Patentu valdes
direktors

S. Laganovskis

19



LATVIJAS REPUBLIKAS
PATENTU VALDE

11 **LV 15491 B**

51 Starpt. pat. kl.

G02B6/02
F21V7/04

Latvijas patents izgudrojumam
2007 g. 15.februāra Latvijas Republikas likums

12 **Īsziņas**

21 Pieteikuma numurs: P-19-45

22 Pieteikuma datums: 21.08.2019.

41 Pieteikuma publikācijas datums: 20.03.2020.

45 Patenta publikācijas datums: 20.09.2020.

73 Īpašnieks(i):

LATVIJAS UNIVERSITĀTE, Raiņa bulvāris 19,
Rīga, LV-1586, LV

72 Izgudrotājs(i):

Jānis SPĪGULIS (LV)
Ilze OŠIŅA (LV)
Zigmārs RUPENHEITS (LV)
Margarita MATUŅENKO (LV)

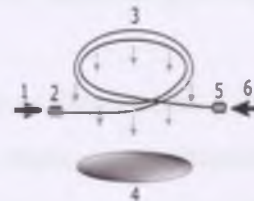
74 Pilnvarnieks vai pārstāvis:

Aleksandra FORTŪNA, FORAL Intelektuālā
īpašuma aģentūra, SIA, Kalēju iela 14 - 7, Rīga,
LV-1050, LV

54 Izgudrojuma nosaukums: **IERĪCE VIRSMAS VIENMĒRĪGAI APGAISMOŠANAI VIENLAIKUS AR VAIRĀKĀM LĀZERU SPEKTRĀLLĪNIJĀM**

57 Kopsavilkums:

Izgudrojums attiecas uz apgaismošanas tehnoloģijām un ierīcēm, konkrēti – uz objekta virsmas vienmērīgu apgaismošanu vienlaikus ar vairākām spektrālīnijām, izmantojot viena vai vairāku lāzeru starojumu. Ierīce, kas paredzēta virsmas vienmērīgai apgaismošanai vienlaicīgi ar vairākām lāzera spektrālīnijām, satur apaļas vai līdzīgas (eliptiskas, spirālveida, austas u.c.) cilpas no sānstarojošās optiskās šķiedras(-ām), turklāt lāzera starojums, kurā ietverta viena vai vairākas apgaismojuma spektrālīnijas, tiek palaists no viena vai abiem minētās šķiedras(-u) galiem. Cilpa var būt plakana vai telpiski izliekta, lai nodrošinātu izliektu objektu virsmu vienmērīgu apgaismojumu. Gaismas avotam var būt atstarotājs vai līdzīgs optiskais līdzeklis, lai savāktu un novirzītu šķiedras izstarotās gaismas daļu, kas tieši nerasniedz objektu. Sānstarojošās šķiedras var tikt apvienotas vairāku šķiedru kūlī, turklāt otrā šķiedras vai šķiedru kūļa galā var būt uzmontēts atstarotājs.



IZGUDROJUMA APRAKSTS

Tehnikas joma

[001] Izgudrojums attiecas uz apgaismošanas tehnoloģijām un ierīcēm objekta virsmas vienmērīgai apgaismošanai vienlaikus ar vairākām spektrālīnijām, izmantojot viena vai vairāku lāzeru starojumu.

Zināmais tehnikas līmenis

[002] Spektrāli specifisks apgaismojums, ietverot vairākas lāzeru izstarotas diskretas spektrālīnijas, tiek izmantots, piemēram, lāzeru krāsu projektoros [1]. Tāds nepieciešams arī krāsainu objektu (gleznu, naudaszīmju u.c.) autentiskuma ekspertīzei, izmantojot multispektrālo attēlošanu ar īpaši augstu spektrālo selektivitāti [2], kā arī krāsu pigmentu analīzei un to sadalījuma kartēšanai [3]. Attēlošanas sistēmās priekšroka tiek dota gredzenveida apgaismotājiem, kuri aptver attēlu sensoru (kameru) un tādējādi nodrošina bezēnu attēlu iegūšanu.

[003] Viens no risinājumiem multispektrālai attēlošanai ir polihromatisks objekta apgaismojums RGB attēla uzņemšanas brīdī, objekta virsmu apgaismojot vienlaikus vairākās šaurās spektra joslās. Īpašas priekšrocības ir apgaismojumam, kura spektrā ir tikai diskretas spektrālīnijas ar fiksētiem viļņu garumiem – tas dod iespēju ātrāk un precīzāk restaurēt spektrālos attēlus, piemēram, salīdzinot ar mērījumiem vairāku platjoslu LED apgaismojumā [4]. Ir zināms paņēmieni un ierīce trīs monohromatisku spektrālo attēlu iegūšanai no viena RGB attēla datu masīva triju diskretu spektrālīniju apgaismojumā [5]. Šī metode ir veiksmīgi izmantota, piemēram, lai no viena RGB krāsu attēla datiem iegūtu spektra redzamās daļas triju galveno ādas hromoforu – melanīna, oksihemoglobīna un deoksihemoglobīna sadalījuma kartes [3].

[004] Lāzeru starojums ir kolimēts un koncentrēts šaurā kūlī (tipiskais diametrs no 2 līdz 5 mm) ar noteiktu intensitātes sadalījuma profilu (piemēram, Gausa), tāpēc tas nav piemērots tādu virsmu vienmērīgai apgaismošanai, kuru raksturīgie izmēri vismaz desmitkārt pārsniedz lāzera kūļa diametru. Apgaismošanas sistēmās lāzeru starojumu izkļiedē, kūļa ceļā ievietojot dažāda veida gaismas difuzorus [6], vai arī lāzera kūli sadalot vairākās daļās un telpiski transformējot (piemēram, izmantojot optisko šķiedru saišķus ar gredzenveida izejas starojuma difuzoru [3]). Ir arī zināms apgaismojuma risinājums, izmantojot

gredzenveida starotāju, kas sastāv no vairākām lāzerdiodēm ar atšķirīgu starojuma viļņu garumu [2].

[005] Tomēr, izmantojot augšminētos risinājumus, ir problemātiski panākt vienmērīgu objekta virsmas apgaismojumu vienlaikus ar katru no vairākām lāzeru spektrālīnijām. Difuzori, ko ievieto lāzestara ceļā (piemēram, pienstikls), gaismu izkliedē tā, ka apgaismojuma zonas centrālā daļa parasti tiek apgaismota intensīvāk nekā perifērija. Izmantojot slīpi pret lāzeru stariem novietotu atstarojošu difuzoru [7], intensīvāk tiek apgaismota objekta zonas viena mala. Lāzeru kūļu ar dažādiem viļņu garumiem telpiskā sadalīšana, izmantojot optisko šķiedru saiškus, ir dārga un tehniski sarežģīta, turklāt praktiski nav iespējams nodrošināt, lai visās saišķa šķiedrās tiktu ievadīta (un, attiecīgi, no tām arī izvadīta) vienāda lāzestarojuma jauda. Tā rezultātā veidojas objekta virsmas apgaismojuma nehomogenitāte, kas turklāt katram apgaismojuma viļņu garumam var būt atšķirīga (tas nav pieļaujams, piemēram, hromoforu sadalījuma kartēšanai). Tas pats attiecas arī uz gredzenveida starotāja, kas veidots no vairākām lāzerdiodēm, izmantošanu apgaismojumam, turklāt šajā risinājumā papildu problēmas rada lāzerdiožu komplektu ar vienādiem emisijas viļņu garumiem nodrošināšana. Ja tas neizdodas, tad apgaismojuma spektrā fiksētu spektrālīniju vietā parādās vairāku tuvu novietotu spektrālīniju grupas, kas nav pieņemami, piemēram, krāsu pigmentu precīzai analīzei.

[006] Ir arī zināms risinājums – triju lāzerlīniju (448 nm, 532 nm, 659 nm) apgaismotājs, kurā izmantoti trīs kolineāri starojošu lāzermoduļu pāri – katrs pāris ar savu starojuma viļņu garumu – un īpašas konstrukcijas plakans gredzenveida difuzors [8]. Tādā veidā ir izdevies nodrošināt apļa zonas ar diametru ~40 mm vienmērīgu līnījspektra apgaismojumu pie katra no trim lāzeru viļņu garumiem [9]. Tomēr šis risinājums ir savā veidā unikāls un grūti atkārtojams, jo tajā izmantoti speciāli pasūtīti lāzermoduļu pāri ar precīzi sakrītošiem viļņu garumiem; turklāt optiskā sistēma aizņem relatīvi daudz vietas un ir salīdzinoši dārga. Apgaismojuma vienmērība tiek nodrošināta tikai plakanām virsmām, bet reāliem objektiem (piemēram, cilvēka ķermenim) virsmas mēdz būt izliektas. Augšminētajos un citos zināmajos risinājumos gredzenveida apgaismotāja elementi ir telpiski fiksēti (parasti vienā plaknē), bez iespējas adaptēt apgaismotāju darba virsmas izliekumiem.

[007] Ir zināms lokanu optisko šķiedru veids, kas nodrošina vienā šķiedras galā ievadītās gaismas izstarošanu ne vien caur otru tās galu, bet arī caur šķiedras sānu virsmu – t.s. sānstarojošās optiskās šķiedras [10]. Vispopulārākās šobrīd ir polimēru sānstarojošās

šķiedras ar gaismas diožu (LED) starojuma ievadu, ko plaši pielieto, piemēram, dekoratīvam apgaismojumam [11]. Iespējams realizēt arī lāzerstarojuma izvadu caur šķiedras sānu virsmu, piemēram, izmantojot kvalitatīvu sánstarojošo optisko šķiedru ar kvarca stikla serdeni [12]. Attístoties RGB lāzeru tehnoloģijām krāsu projekcijas pielietojumiem, kļuvuši pieejami arī vairākus viļņu garumus vienlaikus starojoši lāzeru moduļi, t.sk. ar standarta konektoriem starojuma ievadam optiskajā šķiedrā [13]. Ievadot RGB 3-līniju lāzerstarojumu sánstarojošajā optiskajā šķiedrā un mainot atsevišķo lāzerlīniju intensitātes, ir panākti iespaidīgi vizuāli efekti ar krāsu spēlēm mākslinieciskos projektos [14]. Tehniskajā un patentu literatūrā, kā arī interneta resursos nav atrodama informācija par vairākas spektrālīnijas emitējošu lāzeru un sánstarojošo optisko šķiedru kombināciju pielietojumu objektu virsmas apgaismojumam.

Izgudrojuma mērķis un būtība

[008] Izgudrojuma mērķis – izveidot lietošanai ērtu un viegli realizējamu vairāku lāzeru spektrālīniju apgaismošanas sistēmu, kas nodrošina gan plakānu, gan izliektu virsmu vienmērīgu apgaismojumu pie katra no lāzeru izstarotajiem viļņu garumiem.

[009] Šim nolūkam tiek piedāvāts risinājums, kurā gaismas avots izveidots kā noslēgta lokānas optiskās sánstarojošās šķiedras cilpa vai cits ģeometrisks veidojums, kurā no viena vai no abiem šķiedras galiem tiek ievadīts apgaismošanai izmantojamais lāzerstarojums. Sánstarojošās šķiedras cilpa, spirāle vai cits veidojums var būt centrāli simetrisks vai arī veidot neregulāru formu, t.sk. tikt telpiski izlocīts atbilstoši apgaismojamās virsmas izliekumiem. Pateicoties sánstarojošo optisko šķiedru lokānībai, tas pats apgaismotājs var tikt adaptēts gan plakānu, gan izliektu virsmu vienmērīgai apgaismošanai.

Īss zīmējumu apraksts

[010] 1. zīm. shematiski ilustrēts viens no piedāvātās ierīces variantiem, kurā 1 – lāzera emitētais starojums, 2 – konektors, kas uzstādīts šķiedras vienā galā, 3 – sánstarojošā optiskā šķiedra, 4 – objekta virsma, 5 – konektors, kas uzstādīts šķiedras otrajā galā, 6 – otra lāzera emitētais starojums;

2. zīm. shematiski ilustrēts telpā izliektas virsmas apgaismojuma variants;

3. zīm. shematiski ilustrēts cilindriskas virsmas apgaismojuma variants.

Izgudrojuma īstenošanas piemēri

[011] No lāzera (1) emitētais starojums, kas ietver vienu vai vairākas diskrētas spektrālīnijas (piemēram, ar viļņu garumiem λ_1 , λ_2 un λ_3), caur konektoru (2) tiek ievadīts sārstarojošā optiskajā šķiedrā (3) ar divos cilpveida vijumos izlocītu daļu, kas tiek izmantota kā gaismas avota objekta virsmas (4) apgaismošanai (1. zīm.). Caur konektoru (5), kas uzstādīts sārstarojošās optiskās šķiedras (3) otrā galā, no cita lāzera (6) tiek ievadīts starojums ar vienu vai vairākiem diskrētiem viļņu garumiem (piemēram, ar viļņu garumiem λ_4 , λ_5 un λ_6). Sārstarojošā optiskā šķiedras (3) izlocītā daļa var veidot vai nu plaknes figūru (riņķi, elipsi, spirāli, u.c.), tekstūras veidā, vai arī telpisku 3-dimensiju figūru, kuras forma pieskaņota objekta virsmas (4) izliekumiem, lai nodrošinātu šīs virsmas vienmērīgu bezēnu apgaismojumu. Tāda veida apgaismotāju ilustrācijas sniegtas attēlā (2. zīm.) un attēlā (3. zīm.).

[012] Piedāvātajam risinājumam, salīdzinot ar jau zināmajiem, ir vairākas priekšrocības. Pirmkārt, apgaismotāja daļas izmēri tiek būtiski samazināti, pateicoties nelielajiem optisko šķiedru izmēriem (tipisks ārējais diametrs ap 1 mm, minimālais cilpas diametrs ap 20 mm), kas nodrošina ierīces kompaktnumu. Otrkārt, zināmajos risinājumos gredzenveida apgaismotājā ir izvietoti diskrēti gaismas avoti (piemēram, parasto optisko šķiedru izejas gali vai lāzerdiodes), kuri katrs par sevi ietekmē objekta virsmas apgaismojuma kvalitāti. Piedāvātajā risinājumā gredzenveida (vai citas formas) starotājs ir nepārtraukts, t.i., vienlaikus izstaro visi tā punkti, kas nodrošina labāku apgaismojuma kvalitāti. Treškārt, būtiska priekšrocība ir tā, ka virsmas apgaismojuma intensitātes sadalījums, pat ja nav ideāli vienmērīgs, ir identisks visām izmantotajām lāzeru spektrālīnijām (jo apgaismotāja ģeometrija visām optiskajā šķiedrā ievadītajām spektrālīnijām ir vienāda) – tas dod iespēju, piemēram, veikt objekta virsmas pigmentu sadalījuma kartēšanu ar vienkāršotiem algoritmiem. Ceturtkārt, tiek nodrošināta līnijaspektra apgaismojuma "tīrība", t.i., nav iespējama situācija, ka vienas spektrālīnijas vietā darba virsma tiek apgaismota ar vairākām spektrāli tuvām līnijām (kā tas iespējams, piemēram, apgaismojot ar vairāku lāzerdiožu gredzeniem). Piektkārt, optisko šķiedru lokanība nodrošina iespēju fleksibili izmainīt apgaismotāja formu gan plaknē, gan telpā, tādā veidā radot iespēju vienu apgaismotāju modificēt gan plakanu, gan telpā izliektu virsmu vienmērīgai apgaismošanai ar izmantoto lāzeru emitētajām spektrālīnijām (sk. ilustrāciju 2. zīm.). Sestkārt,

piedāvātais risinājums nodrošina telpisku objektu virsmu vienmērīgu apgaismojumu – piemērs cilindriskas virsmas gadījumā ilustrēts attēlā (3. zīm.).

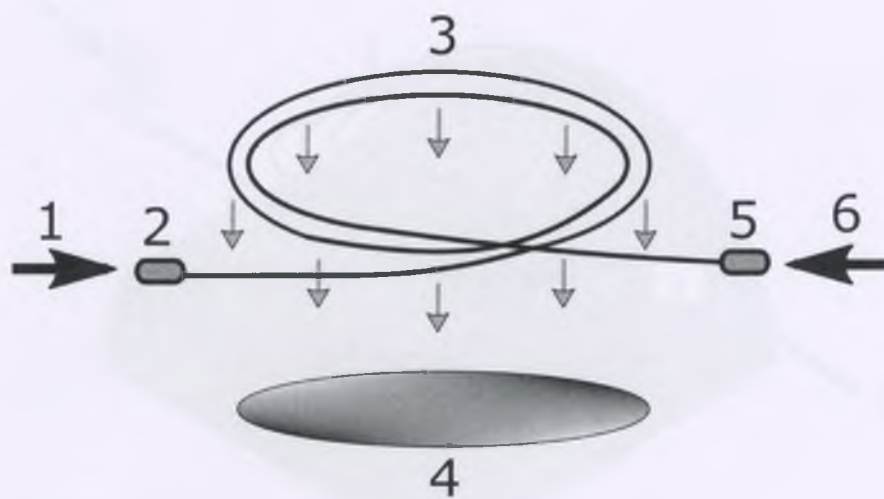
Informācijas avoti

1. <https://www.projectorreviews.com/laser-projectors/>
2. J.Spigulis et al., *Proc.SPIE 10881*,1088114, 2019.
3. (J.Spigulis and I.Oshina, *J.Biomed.Opt.*, **20**(5), 050503, 2015.
4. (A.Bekina et al., *Proc.SPIE 8856*, 88562G, 2013.
5. WO 2013135311 A1, 2012.
6. <https://www.edmundoptics.com/c/optical-diffusers/731/>.
7. I.Oshina et al., *Proc. SPIE-OSA 10413*, 104130M-1, 2017.
8. WO 2017/012675 A1, 2017.
9. J.Spigulis et al., *J.Biomed.Opt.*, **22**(9), 091508, 2017.
10. J.Spigulis, *Optics and Photonics News*, Oct. 2005, pp. 34-39.
11. <http://www.fibercreations.com/product/side-emitting-fiber-optic-cable/>.
12. LV 11644 B, 1995.
13. <https://www.laser-elite.com/high-stability-laser/rgb-laser/rgb-fiber-coupled-laser-module.html>.
14. <https://staroriga.lv/lv/minotaurs/>.

PRETENZIJAS

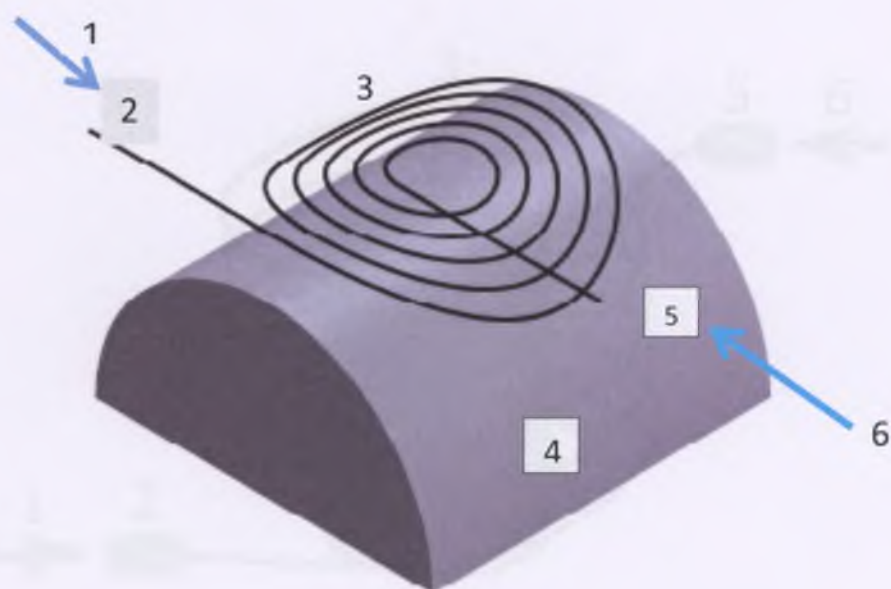
1. Ierīce objekta virsmas vienmērīgai bezēnu apgaismošanai ar vienu vai vairākām diskrētām spektrālīnijām, izmantojot gaismas avotu, kas atšķiras ar to, ka gaismas avots izveidots no lokanas sānstarojošas optiskās šķiedras (3), kurā no viena vai abiem galiem ievadīts apgaismošanai izmantojamais lāzeru (1, 6) starojums, turklāt lokanā sānstarojošā optiskā šķiedra (3) ir noslēgtas cilpas formā ar vienu vai vairākiem vijumiem, kas vērsta pret apgaismojamā objekta virsmu (4).
2. Ierīce saskaņā ar 1. pretenziju, turklāt sānstarojošā optiskā šķiedras(3) cilpas izlocītā daļa izveidota vai nu plaknes figūras formā, kas ir riņķa, elipses, spirāles, vai tekstūru veidā, vai telpiskas 3-dimensiju figūras formā, kura pieskaņota objekta virsmas (4) izliekumiem un ir fiksēta vienā plāknē vai telpiski izlocīta, atbilstoši pret to novietotās apgaismojamās virsmas izliekumiem, tai skaitā pilnībā aptverot telpisku objektu.
3. Ierīce saskaņā ar 2. pretenziju, turklāt telpiskais objekts ir cilindrs.
4. Ierīce saskaņā ar jebkuru no iepriekšējām pretenzijām, turklāt viena sānstarojošā optiskā šķiedra (3) ir aizvietota ar vairākām sānstarojošām optiskām šķiedrām.
5. Ierīce saskaņā ar jebkuru no iepriekšējām pretenzijām, turklāt objektam pretējā pusē aiz sānstarojošās optiskās šķiedras (3) cilpas ir novietots konektors (5) vai cits gaismas virzienu izmainošs elements, kas to sānstarojošās optiskās šķiedras (3) sānstarojuma daļu, kura nav tieši vērsta uz objektu, pilnībā vai daļēji novirza uz objekta virsmu (4).
6. Ierīce saskaņā ar jebkuru no iepriekšējām pretenzijām, turklāt vienā vai vairākās sānstarojošās optiskās šķiedrās (3) lāzerstarojums ar vajadzīgo apgaismojuma spektru caur konektoru (5), kas uzstādīts sānstarojošās optiskās šķiedras (3) otrā galā, no cita lāzera (6) tiek ievadīts starojums ar vienu vai vairākiem diskrētiem viļņu garumiem vienmērīgāka sānstarojuma intensitātes nodrošināšanai visā sānstarojošās optiskās šķiedras (3) garumā.

1/3



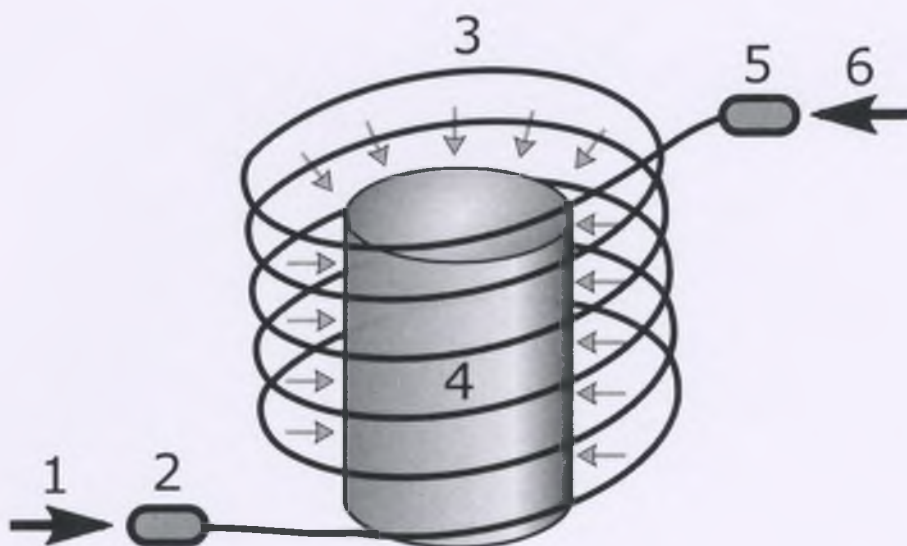
1. zīm.

2/3



2. zīm.

3/3



3. zīm.

