

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2021 540**
(22) Paraiškos padavimo data: **2021-07-30**
(41) Paraiškos paskelbimo data: **2023-02-10**
(45) Patento paskelbimo data: **2023-03-10**

(73) Patento savininkas:
Valstybinis mokslinių tyrimų institutas Fizinių ir technologijos mokslų centras, Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius, LT
(72) Išradėjas:
Evaldas STANKEVIČIUS, LT
(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Virgina Adolfina DRAUGELIENĖ, 8, UAB TARPINĖ, A.P.Kavoliuko g. 24-152, LT-04328 Vilnius, LT

LT 6983 B

(54) Pavadinimas:
Difrakcinio optinio elemento, sudaryto iš daugybės paviršinių mikrodarinių, formavimo būdas

(57) Referatas:

Išradimas yra susijęs su difrakcinių optinių elementų formavimu fotopolimere, kur suformuoti elementai gali būti panaudoti šviesos pluoštų skaidyme. Polimerinis difrakcinis optinis elementas yra formuojamas, veikiant fotopolimero sluoksnį išfokusuotu femtosekundiniu lazerio pluoštu, o paveiktos dėmės skersmuo yra $\leq 20 \mu\text{m}$. Lazerine spinduliuote paveiktoje fotopolimero sluoksnio srityje yra inicijuojama fotopolimerizacijos reakcija, dėl kurios paveikta zona tampa netirpia organiniame tirpiklyje. Skenuojant pataškiui, fotopolimere yra suformuojamas mikrodarinių masyvas, nuo kurių išdėstymo priklauso optinio elemento difrakcinės savybės. Optinis elementas gali būti naudojamas ir kaip Beselio tipo pluoštų masyvo generatorius artimame lauke.

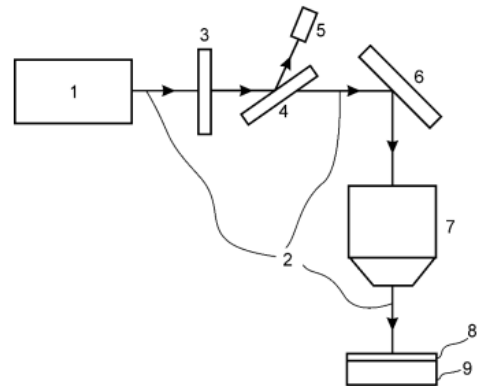


Fig.1

TECHNIKOS SRITIS

Išradimas yra susijęs su difrakcinių optinių elementų formavimu polimeruose, panaudojant lazerį. Suformuoti elementai gali būti panaudoti optinėse sistemose, kuriose reikalingas lazerinių pluoštų skaidymas. Optinis elementas gali būti naudojamas ir kaip Beselio tipo pluoštų masyvo generatorius artimajame lauke.

TECHNIKOS LYGIS

US patentinė paraiška Nr. US5861113A, publikuota 1996 m. rugpjūčio 1 d., aprašo plastikinio difrakcinio optinio elemento gamybą, naudojant kietinamosios plastikinės medžiagos įspaudimą difrakciniu optiniu raštu, spaudžiant kietinamą plastikinę medžiagą prie šablono, kuriame yra difrakcinis optinis raštas, padengtas plonu fluorinto silano sluoksniu, turintis bent vieną fluorintą alkilo grupę, susijungusią su silicio atomu, ir mažiausiai vieną alkoksi arba halogenido grupę, susijungusią su silicio atomu, kaip atskyrimo sluoksnį.

US patentinė paraiška Nr. US20060121358A1, publikuota 2001 m. gruodžio 28 d., aprašo difrakcinio optinio elemento gamybą, naudojant paviršiaus reljefo raštą. Šiuo atveju, galinčioje kietėti medžiagoje dėl fizinio kontakto su šablonu yra įspaudžiamas reljefo raštas. Gautas difrakcinis optinis elementas, turi difrakcinių savybių, dėl elemente sukurto paviršiaus reljefo.

WO patentinė paraiška Nr. WO2012176126A1, publikuota 2011 m. birželio 21 d., aprašo paviršiaus mikrodarinių formavimo metodą ant popieriaus. Šiuo atveju, UV šviesa kietinama medžiaga kontaktuoja su paviršiaus reljefo struktūra, o gautas įspaudas sukietinamas su ultravioletine šviesa. Sukietintas darinys yra padengiamas plonu metaliniu sluoksniu. Gauto elemento difrakcinės savybės priklauso nuo įspaudo rašto.

Aukščiau aprašyti difrakcinių optinių elementų formavimo būdai įgalina formuoti elementus, naudojant kontaktinį spausdinimą, kai turimas šablonas turintis difrakcinį raštą kontaktuoja su kietinama medžiaga, kuri įgavusi rašto formą yra sukietinama UV šviesa ir tuo būdu suformuojamas difrakcinis optinis elementas. Naudojant tiesioginį išfokusuotą lazerinį pluoštą, difrakcinis optinis elementas yra formuojamas be šabloninio elemento. Šiuo atveju galima formuoti įvairaus rašto

elementus, sudarytus iš cilindro formos mikrodarinių, kurie gali būti naudojami kaip šviesos pluošto dalikliai ar Beselio tipo pluoštų masyvo generatoriai.

Sprendžiama techninė problema. Išradimu siekiama, išplėsti difrakcinių optinių elementų panaudojimo galimybes, kuriant kompaktiškus polimerinius pluošto daliklius ar Beselio-tipo pluoštų generatorius, panaudojant tiesioginio lazerinio rašymo būdą.

IŠRADIMO ESMĖ

Uždavinio sprendimo esmė pagal pasiūlytą išradimą yra ta, kad difrakcinio optinio elemento, sudaryto iš daugybės paviršinių mikrodarinių, formavimo būde, kur paviršiniai mikrodariniai formuojami padėklą dengiančioje dangoje, minėta danga yra fotopolimerinė danga, o padėklas yra pagamintas iš skaidrios medžiagos, kur kiekvieną mikrodarinį, iš kurių yra sudarytas difrakcinis optinis elementas, formuoja atskirai veikiant fotopolimerinę dangą formuojamo mikrodarinio srityje lazerio spinduliuote, kur paveiktoje minėtos fotopolimerinės dangos srityje suformuojamas mikrodarinys, kur po kiekvieno mikrodarinio suformavimo, vykdo pagrindo ir lazerio spinduliuotės perkėlimą vienas kito atžvilgiu ir analogiškai formuoja kitą mikrodarinį, šį procesą kartoja, kol suformuoja pasirinktą skaičių mikrodarinių, kurių visuma sudaro difrakcinį optinį elementą.

Minėta fotopolimerinė danga yra iš neigiamo fotopolimero, kuriame lazerio spinduliuote paveiktoje fotopolimerinės dangos srityje vyksta fotopolimerizacijos procesas ir fotopolimerinė danga suketinama, suformuojant cilindrinės formos mikrodarinį, kurio skersmuo yra $\leq 20 \mu\text{m}$.

Minėta fotopolimerinė danga yra iš teigiamo fotopolimero, kuriame lazerio spinduliuote paveiktoje fotopolimerinės dangos srityje vyksta fotolizės procesas, kur lazerine spinduliuote paveiktos sritys tampa tirpios organiniame tirpiklyje ir ryškinimo proceso metu jos yra pašalinamos, suformuojant mikrodarinį įdubos pavidalu.

Skaidrų padėklą dengiančios fotopolimerinės dangos storis pasirinktinai yra ribose nuo 0,1 iki 20 μm .

Fotopolimerine danga padengto skaidrios medžiagos padėklo medžiaga, yra parinkta iš grupės, apimančios safyrą, lydytą kvarco stiklą ir borosilikatinį stiklą.

Formuojant mikrodarinį lazerio spinduliuotės židinio plokštuma fotopolimerinės

dangos atžvilgiu yra išdėstyta per atstumą nuo jos.

Mikrodariniui formuoti naudoja femtosekundinį lazerį nuo 10 fs iki 900 fs arba pikosekundinį lazerį nuo 1 iki 100 ps, arba nanosekundinį lazerį nuo 1 iki 100 ns.

Mikrodariniui formuoti naudoja nuo 10 iki 10000 lazerinės spinduliuotės impulsų, kurių energija nuo 1 iki 100 nJ.

Difrakcinį optinį elementą sudarantys mikrodariniai, formuojami išdėstant juos vienas nuo kito atstumu intervale nuo 10 nm iki 500 μm .

Difrakcinį optinį elementą sudarantys mikrodariniai formuojami išdėstant juos linijomis, kur kiekvienoje linijoje gretimi mikrodariniai persikloja, suformuojant $\leq 100 \mu\text{m}$ storio liniją.

Išradimo naudingumas. Pasiūlytame išradime, kuriame naudojama tiesioginio lazerinio rašymo technologija su išfokusuotu lazerio spinduliuotės pluoštu fotojautriame polimere, vienos lazerinės ekspozicijos metu yra suformuojamas polimerinis mikrodarinys, kurio skersinė erdvinė skyra gali svyruoti nuo 10 μm iki 50 μm , o elemento aukštis nuo 0,1 μm iki 20 μm . Tokius darinius išdėsčius tam tikra tvarka galima suformuoti difrakcinius optinius elementus su platesnėmis jo panaudojimo galimybėmis. Pasiūlytu būdu pagaminti difrakciniai optiniai elementai naudojami kaip pluošto dalikliai ar Beselio tipo pluoštų masyvo generatoriai.

BRĖŽINIŲ APRAŠYMAS

Detaliau išradimas paaiškinamas brėžiniais, kur

Fig.1 - pavaizduota polimerinio difrakcinio optinio elemento formavimo fotopolimere principinė schema.

Fig.2 - pavaizduota vieno polimerinio struktūrinio elemento, sudarančio difrakcinį optinį elementą, formavimo schema, naudojant išfokusuotą lazerinę spinduliuotę.

Fig.3 - suformuoto keturių pluoštų difrakcinio elemento fotopolimere pavyzdys.

Fig.4 - keturių pluoštų difrakcinio optinio elemento generuojamas intensyvumo skirstinys.

Fig.5 - suformuoto dviejų pluoštų difrakcinio elemento fotopolimere pavyzdys.

Fig.6 - dviejų pluoštų difrakcinio optinio elemento generuojamas intensyvumo skirstinys.

IŠRADIMO REALIZAVIMO PAVYZDYS

Polimerinio difrakcinio optinio elemento formavimo ploname fotopolimero sluoksnyje principinė schema pavaizduota Fig.1. Šiuo atveju femtosekundinio lazerinio spinduliuotės šaltinio 1 generuojamos kryptingos lazerinės spinduliuotės pluoštas 2 nuosekliai praeina fazinę plokštelę 3 ir Briusterio kampo poliarizatorių 4, skirtą lazerinės spinduliuotės vidutinės galios valdymui. Nuo poliarizatoriaus 4 atsispindėjusi spinduliuotė sugerama gaudykle 5. Praėjusi poliarizatorių 4, lazerinė spinduliuotė 2 veidrodžiu 6 nukreipiamą į fokusuojantį didelės skaitinės apertūros objektyvą 7. Neigiamas fotopolimeras 8, užlietas ant skaidraus padėklo 9, naudojant sukimo-liejimo įrenginį yra patalpinamas ne židinio plokštumoje ir paveikiamas femtosekundine lazerinė spinduliuotė 2. Suformuoto fotopolimero sluoksniis yra nuo 0,1 μm iki 20 μm . Lazerio spinduliuotės poveikio zonoje vyksta fotopolimerizacijos procesas, t. y. šviesa paveikta zona tampa netirpia organiniame tirpiklyje. Kitu atveju kai naudojamas teigiamas fotopolimeras, lazerio spinduliuotės poveikio srityje vyksta fotolizės procesas, t. y. šviesa paveikta sritis tampa tirpia organiniame tirpiklyje, po to vykstant ryškinimo procesą susidariusi tirpi medžiaga yra pašalinama, suformuojant mikrodarinį įdubos pavidalą.

Dėl lazerinės spinduliuotės poveikio vienas mikrodarinys (difrakcinio optinio elemento sudedamoji dalis) yra suformuojamas viena lazerine ekspozicija (Fig.2). Mikrodarinio diametras priklauso nuo fotopolimero pozicijos židinio plokštumos atžvilgiu ir naudojamų lazerinių impulsų skaičiaus ir energijos. Skenuojant pataškiui fotopolimere yra suformuojamas mikrodarinių masyvas (Fig.3). Nuo mikrodarinių masyvo išdėstymo, jų aukščio ir dydžio priklauso optinio elemento difrakcinės savybės. Keturių pluoštų difrakcinio optinio elemento generuojamas intensyvumo skirstinys yra pateiktas Fig.4. Naudojant didelį lazerinių impulsų persiklojimą, suformuojamas difrakcinis optinis elementas, kuriame mikrodariniai (10) išsidėsto linijomis, kur kiekvienoje linijoje mikrodariniai (10) persikloja su gretimais mikrodariniais (10), suformuojant $\leq 100 \mu\text{m}$ storio linijas (Fig.5). Šiuo būdu yra suformuojamas difrakcinis optinis elementas, dalinantis pluoštą į du pluoštus (Fig. 6).

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Difrakcinio optinio elemento, sudaryto iš daugybės paviršinių mikrodarinių, formavimo būdas, kur paviršiniai mikrodariniai formuojami padėklą dengiančioje dangoje, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėta danga yra fotopolimerinė danga (8), o padėklas (9) yra pagamintas iš skaidrios medžiagos, kur kiekvieną mikrodarinį, iš kurių yra sudarytas difrakcinis optinis elementas, formuoja atskirai veikiant fotopolimerinę dangą (8) formuojamo mikrodarinio srityje lazerio spinduliuote, kur paveiktoje minėtos fotopolimerinės dangos srityje suformuojamas mikrodarinys (10),

po kiekvieno mikrodarinio (10) suformavimo, vykdo pagrindo ir lazerio spinduliuotės perkėlimą vienas kito atžvilgiu ir analogiškai formuoja kitą mikrodarinį (10), šį procesą kartoja, kol suformuoja pasirinktą skaičių mikrodarinių (10), kurių visuma sudaro difrakcinį optinį elementą.

2. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėta fotopolimerinė danga (8) yra iš neigiamo fotopolimero, kuriame lazerio spinduliuote paveiktoje fotopolimerinės dangos srityje vyksta fotopolimerizacijos procesas ir fotopolimerinė danga suketinama, suformuojant cilindrinės formos mikrodarinį (10), kurio skersmuo yra $\leq 20 \mu\text{m}$.

3. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėta fotopolimerinė danga (8) yra iš teigiamo fotopolimero, kuriame lazerio spinduliuote paveiktoje fotopolimerinės dangos srityje vyksta fotolizės procesas, kur lazerine spinduliuote paveiktos sritys tampa tirpios organiniame tirpiklyje ir ryškinimo proceso metu jos yra pašalinamos, suformuojant mikrodarinį įdubos pavidalu.

4. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, skaidrų padėklą (9) dengiančios fotopolimerinės dangos (8) storis pasirinktinai yra ribose nuo 0,1 iki 20 μm .

5. Būdas pagal bet kurį iš 1–4 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad fotopolimerine danga (8) padengto skaidrios medžiagos padėklo (9) medžiaga, yra parinkta iš grupės, apimančios safyrą, lydytą kvarco stiklą ir borosilikatinį stiklą.

6. Būdas pagal bet kurį iš 1–5 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad formuojant mikrodarinį (10) lazerio spinduliuotės židinio plokštuma fotopolimerinės dangos (8) atžvilgiu yra išdėstyta per atstumą nuo jos.

7. Būdas pagal bet kurį iš 1–6 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad mikrodariniui (10) formuoti naudoja femtosekundinį lazerį nuo 10 fs iki 900 fs arba pikosekundinį lazerį nuo 1 iki 100 ps, arba nanosekundinį lazerį nuo 1 iki 100 ns.

8. Būdas pagal bet kurį iš 1–7 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad mikrodariniui (10) formuoti naudoja nuo 10 iki 10000 lazerinės spinduliuotės impulsų, kurių energija nuo 1 iki 100 nJ.

9. Būdas pagal bet kurį iš 1–8 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad difrakcinį optinį elementą sudarantys mikrodariniai (10), formuojami išdėstant juos vienas nuo kito atstumu intervale nuo 10 μm iki 500 μm .

10. Būdas pagal bet kurį iš 1–8 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad difrakcinį optinį elementą sudarantys mikrodariniai (10) formuojami išdėstant juos linijomis, kur kiekvienoje linijoje mikrodariniai (10) persikloja su gretimais mikrodariniais (10), suformuojant $\leq 100 \mu\text{m}$ storio linijas.

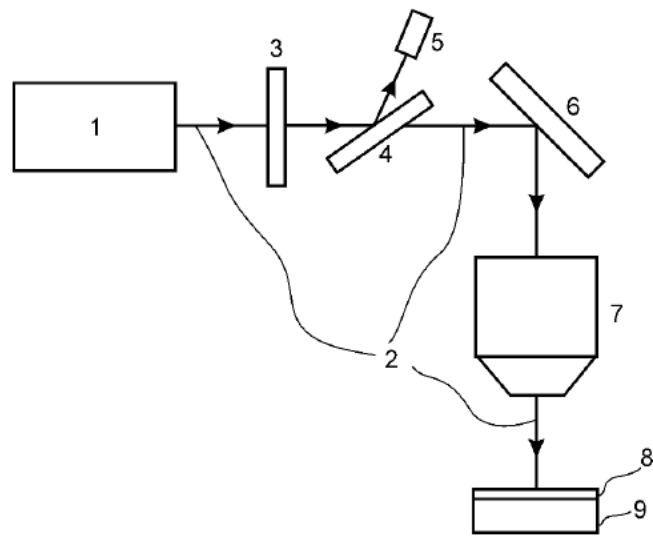


Fig.1

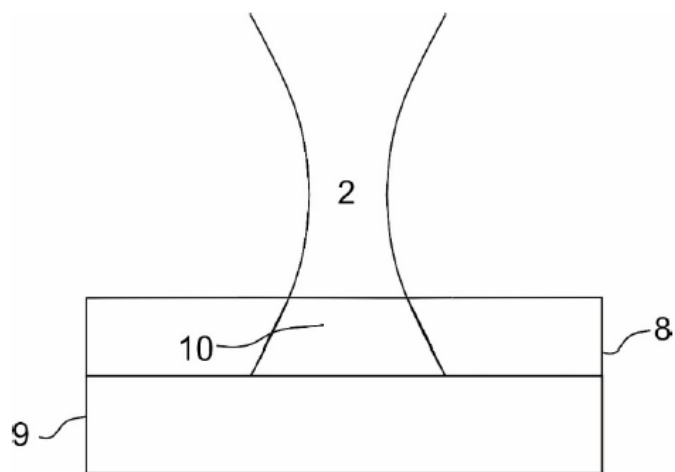


Fig.2

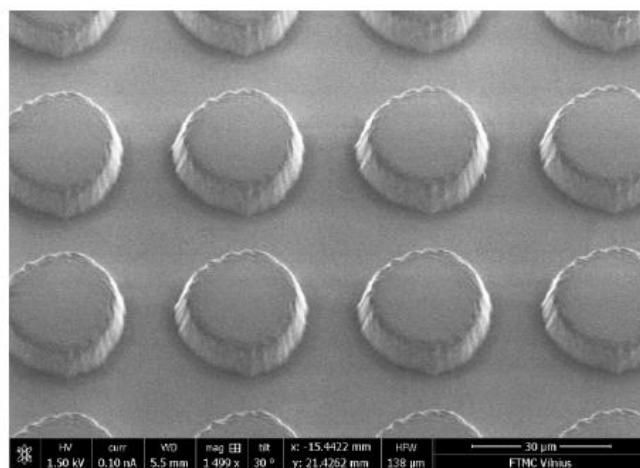


Fig. 3

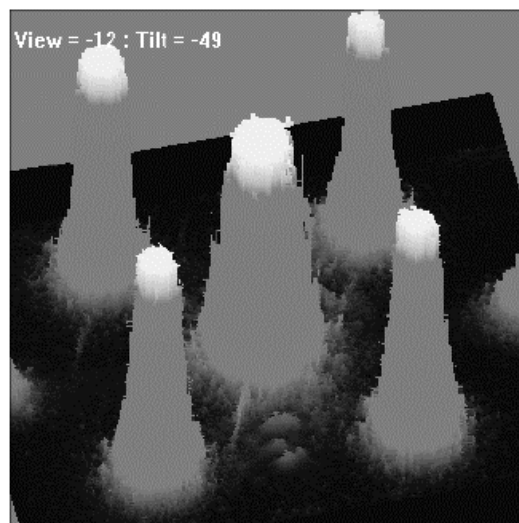


Fig. 4

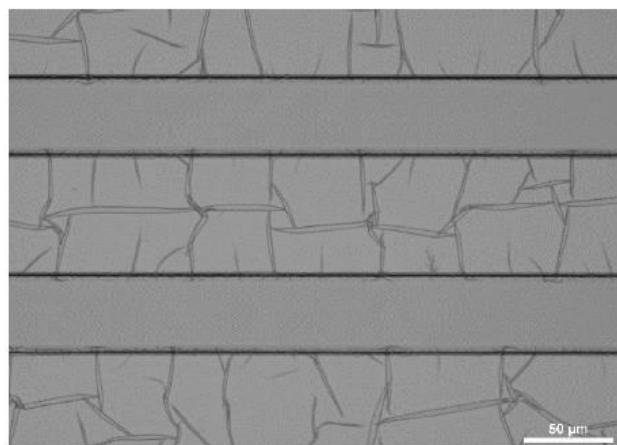


Fig. 5



Fig. 6