

(19)



(10) **LT 4842 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **4842**

(51) Int. Cl. ⁷: **G03H 1/04**

(21) Paraiškos numeris: **99-143**

G03H 1/08

(22) Paraiškos padavimo data: **1999 12 10**

G03H 1/12

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2001 06 25**

G03H 1/16

(45) Patent paskelbimo data: **2001 09 25**

G03H 1/26

(62) Paraiškoš, 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:

David BROTHERTON-RATCLIFFE, RO

Mikhail GRICHINE, LT

Aleksej RODIN, LT

Florian VERGNES, FR

(73) Patent savininkas:

UAB "Geola", Naugarduko g. 41, 2006 Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis:

Marija LENKUTIENĖ, Patentinių paslaugų centras, UAB, J. Basanavičiaus g. 11/1, 2600 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Hologramų spausdinimo būdas ir įrenginys

(57) Referatas:

Šis išradimas įkūnija būdą ir įrenginį, kuris leidžia pagaminti daugumą žinomų rūšių hologramų, panaudojant skaitmeninę informaciją apie trimatį kompiuterinį modelį (animuotą), arba informaciją, gaunamą per skaitmeninę vaizdo kamerą, kuri perduoda dvimačius objekto vaizdus, gaunamus iš realaus trimačio objekto (judesyje), arba vaizdą, gaunamą iš daugelio skirtingų kameros padėčių. Skaitmeninė informacija parodoma aukštos skiriamosios gebos erdviniam šviesos moduliatoriuje (19). Impulsiniu lazeriu (7), panaudojant ypatingus optinius elementus bei jų išdėstymą tam tikru būdu reguliuojant erdvinį objekto pluošto koherentiškumą ir praleidžiant jį per plačiakampį objektyvą (25), ant holografinės medžiagos, įrašomos hologramos. Šis išradimas leidžia sukurti riboto ar pilno paralakso H1 praleidžias Master hologramas tiek šviesai praleidžias, tiek ir

atspindžio tipo sudėtinės hologramas, iš kurių tradiciniais būdais galima daryti kopijas, kurios bus arba spalvotos ar vienspalvės vaivorykštinės ir achromatinės hologramos arba vienspalvės ar spalvotos atspindinčios baltos šviesos hologramos. Šis būdas ir įrenginys taip pat leidžia tiesiogiai įrašyti holografinėje medžiagoje spalvotas ar vienspalves vaivorykštines ir achromatines pralaidžias sudėtinės hologramas vienspalves ar spalvotas atspindinčias, sudėtinės baltos šviesos hologramas. Be to, galima pagaminti hologramas, kurios gali būti sudėliotos drauge, suformuodamos sudėtinės hologramas, kurių galutinis formatas bus daug didesnis, nei jas sudarančių dalių formatas.

Šis išradimas yra susijęs su holografija, o tiksliau - su būdu bei įrenginiu, skirtu holografinių sudėtinių vaizdų įrašymui ir spausdinimui remiantis skaitmenine informacija.

Daugiau nei penkiasdešimt metų hologramos gaminamos remiantis tokiu bendru principu: objektas yra apšviečiamas koherentiniu šviesos pluoštu, objekto išsklaidyta šviesa krenta ant nešėjo, padengto aukštos skiriamosios gebos fotoemulsija, kuris tuo pat metu taip pat yra apšviečiamas koherentišku atraminiu šviesos pluoštu. (Žr., pavyzdžiui, E.N.Leith et. al., "Reconstructed Wavefronts and Communication Theory", Journal of the Optical Society of America, 53, 1377-81 1963).

Tačiau siekiant įrašyti šio objekto holografinį vaizdą taikant šį būdą, būtina turėti realų fizinį objektą. Paprastai holografinio vaizdo dydis visiškai atitinka realaus fizinio objekto dydį. Daugeliu atveju praktinis šio būdo taikymas yra nepriimtinas.

Daugelį metų alternatyvus būdas, skirtas gauti informaciją ir po to tiesiogiai įrašyti interferencinį modelį, kuris charakterizuotų hologramą, buvo svarstomas ir tyrinėjamas (žr. JAV patentą Nr. 4,701,006). Tačiau šiandien, net pasitelkiant šiuolaikinį kompiuterijos arsenalą, apskaičiuoti interferencijos modelį pagal Furje transformacijas yra sudėtinga užduotis. Be to, net atlikus reikiamus apskaičiavimus, yra labai sudėtinga ir brangu įrašyti šiuos modelius. Pageidaujama tokios paskirties technologija yra vaizdo įrašymas, naudojant elektronų srauto pluoštą.

Kitą hologramų gamybos būdą, nereikalaujantį realaus objekto, pasiūlė King ir kt. (Applied Optics, 1970). Šiame darbe buvo parodyta, kad hologramos gali būti kuriamos optiškai sugretinant informaciją, gaunamą iš daugelio dvimačių to paties objekto kamera užfiksuotų vaizdų. Šios idėjos svarba glūdi tame, kad aparatas, atspausdinantis galutinę hologramą, gali būti atskirtas nuo realaus objekto, o holografinis objekto atvaizdas nebūtinai turi atitikti realaus objekto

gabaritus. Vėliau buvo parodyta, kad realaus objekto gali ir visai nereikėti, jei dvimačiai objekto vaizdai generuojami tikrai kaip kompiuterinė informacija (žr. JAV patentą Nr. 3,843,225).

Paprastai aukščiau išdėstytas principas įgyvendinamas, kai daugelis įprastinių bei nuosekliai einančių vienas paskui kitą objekto vaizdų įrašomi kamera, kuri juda tiesiu ar apskritimo formos bėgeliu. Kiekvienas gautas vaizdas tuomet yra panaudojamas tam tikroje optinėje sistemoje, kuri perdengia ir sujungia informaciją, suformuodama tarpinę (arba H1) hologramą, kaip nurodoma JAV patente Nr. 3,832,027. Iš tokios hologramos holografinis vaizdas jau gali būti perkeltas į kitą hologramą, kuri dabar jau bus matoma baltoje šviesoje ir žinoma kaip holograma H2. Siekiant šio tikslo, holograma H1 apšviečiama lazerio šviesos pluoštu jungtingosios geometrijos principu, tuo būdu gautas vaizdas yra panaudojamas kaip objektas H2 hologramai. Apšviečiant šią H2 hologramą jungtinguoju atraminiu pluoštu, rekonstruojamas baltoje šviesoje regimas tikras objekto vaizdas (žr. M.V. Grichine, D.B.Ratcliffe, G.R. Skokov, "An integrated Pulsed-Holography System for Mastering and Transferring onto AGFA or VR-P Emulsions" Proc. SPIE Vol. 3358,p. 203-210, šeštasis tarptautinis vaizduojamosios holografijos simpoziumas, Tung H. Jeong; Ed.).

Alternatyvi schema yra apibūdinta JAV patente Nr. 4,206,965, kur parodyta, kaip nufotografuoti vaizdai yra grupuojami iš karto galutinėje, baltoje šviesoje matomoje hologramoje iš daugelio mažyčių hologramų juostelių, suglaustų šonais, tuo būdu išvengiant tarpinės H1 hologramos poreikio. Vėliau JAV patente 4,498,740 buvo apibūdinta dvimačių sudėtinių hologramų įrašymo sistema, kiekviena kurių sudaro dvimatį atskirų hologramų tinklėlį. Kiekviena tokia holograma atitinka tam tikrą objekto tašką. Tačiau pastarosios sistemos trūkumas yra toks, kad ją taikant, objektas turi būti labai arti įrašymo medžiagos. Be to, šis išradimas neleidžia sukurti hologramų, kurios adekvačiai rekonstruotų šviesos, sklindančios iš

kiekvieno vaizdo taško, kryptines savybes.

JAV patente Nr. 4,421,380 aprašoma nauja sistema, kaip pagaminti panchromatinės šviesai pralaidžias hologramas, naudojant tris persidengiančias hologramas, sudarytas iš achromatinio tipo taškinių ar brūkšnelinių hologramų, tiksliai pritaikant spalvoto filtro fotokaukę. JAV patente Nr. 4,778,262 aprašomas būdas, kuriuo galima tiesiogiai įrašyti pagrindinių hologramų dvimatę matricą, panaudojant kompiuterinę informaciją. Pastarojo patento idėjos vėliau buvo vystomos JAV patentuose Nr. 4,969,700 ir Nr. 5,138,471, kuriuose aprašomos panašios technologijos, panaudojant vienmatį erdvinį šviesos pluošto moduliatorių, prijungtą prie kompiuterio, tuo būdu tiesiogiai įrašant įprastų tipų hologramas, kaip pagrindinių hologramų dvimatę matricą.

JAV patente 4,834,476 randame dar vieną panašų būdą, kuris remiasi apskaičiuotaisiais arba nuosekliais kamerų duomenimis, kurie naudojami tiesioginiam "Alcove" sudėtinių hologramų įrašymui. Jos pasižymi atspindžio arba pralaidžiąja geometrija, tačiau ši technologija gali būti apibendrinta iki labiau įprastinių plokščių hologramų gamybos.

JAV patentas Nr. 4,964,684 apibūdina erdvinio pluošto modulatoriaus panaudojimą holografinio spausdintuvo, gaminančio tarpinę hologramą H1 pagal kompiuterio arba kamerų duomenis, vibracijų problemos sprendimui. JAV patente Nr. 5,949,559 aprašoma, kaip tiesiogiai įrašyti geresnės kokybės holografinę stereogramą, išvengiant optinių triukšmų, keičiant įvairių difuzinių ekranų pozicijas.

Europos patento paraiškoje EP0816952A3 aprašyta technologija, leidžianti pasiekti aukštesnę sudėtinių hologramų kokybę, naudojant fotošablono atvaizdą vietoje realaus fotošablono, kurį, taikant daugelį ankstesnių išradimų, reikia padėti ant įrašinės medžiagos paviršiaus. Japonijos patente Nr. JP11084992A apibūdinama virpesių slopinimo sistema, sumažinanti virpesių poveikį holografinėje spausdinimo sistemoje, ir tuo

pagerinanti holografinio vaizdo kokybę. JAV patente Nr. 5,973,807 pateikiama sudėtinių holografinių stereogramų gamybos technologija, naudojant iš kameros ar kompiuterio gautus duomenis tarpinės H1 hologramų aibės gamybai. Vėliau jas kopijuoja pasitelkus ypatingą perkėlimo procesą ir suformuoja didesnę sudėtinę hologramą.

Daugeliu atveju tarpinės hologramos H1 pagaminimas, naudojant iš kompiuterio gautą informaciją, ir tolesnis jos kopijavimas arba kiti vaizdo plokštumų perkėlimo būdai, naudojami siekiant gauti baltoje šviesoje regimą hologramą, yra pranašesni, nei tiesioginis galutinės hologramos įrašymo būdas. Taip yra dėl keleto priežasčių. Pirmiausia taip yra todėl, kad dažnai norima pagaminti riboto paralakso hologramas, kurios turėtų tik horizontalų paralaksą. Taikant technologiją, naudojančią tarpinę H1 hologramą, ši holograma dažniausiai sudaroma iš vienos ar daugiau holografinių juostelių, sudarytų iš persidengiančių holografinių pikselių. Tuomet klasikinis optinio perkėlimo būdas išsprendžia labai sunkiai kompiuteriu apskaičiuojamą šviesos paskirstymo po visą galutinės hologramos dvimatį paviršių, uždavinį.

Jei galutinė holograma įrašoma tiesiogiai, tuomet šiuos apskaičiavimus tenka atlikti kompiuteriu. Be to, gaminant dideles hologramas, laikas, kuris sugaišamas įrašyti dvimatę holografinių pikselių matricą, paprastai lygus laikui, kurio reikia įrašyti H1 Master hologramą, pakeltam kvadratu, todėl kai kuriais atvejais tai užtrunka ypatingai ilgai. Ir pagaliau, dažnai skundžiamasi, kad tiesiogiai įrašytos sudėtinės hologramos atrodo "pikseliuotos", tuo tarpu naudojant H1 Master hologramą, šis trūkumas pasireiškia daug rečiau.

Tačiau, nepaisant aukščiau minėtų trūkumų, yra daugybė atvejų, kai didelį pranašumą įgyja tiesioginis galutinės hologramos įrašymas. Taip tiesiogiai įrašytas hologramas yra daug lengviau suderinti drauge, formuojant ypatingai didelių gabaritų vaizdus. Daugeliu atveju reikia greitai iš anksto pamatyti preliminarų galutinės hologramos vaizdą. Todėl nėra labai patogu,

kai reikia pasigaminti H1 hologramą, po to patalpinti ją į kitą įrenginį ir pasigaminti galutinę hologramą. Be to, tiesioginio hologramų įrašymo technologija leidžia kurti hologramas - hibridus, kurios turi labai netradicinius žiūrėjimo kampus, būtent tai yra ypatingai patrauklu poligrafijos pramonei, pritaikant šiuo būdu įrašytas hologramas holografiniams reklaminiais skydams įrengti. Kaip papildomą tiesioginio įrašymo būdo privalumą galima paminėti jo taikymą tokioms medžiagoms, kaip fotopolimerai (žr. Europos patentą EP0697631B1), kuriems naudotinas sausas cheminis apdorojimas, tuo tarpu, kai klasikiniu būdu gaminamos hologramų kopijos H2, reikalauja daug jautresnių sidabro halogenidų, kuriems taikytinas klasikinis ryškinimo procesas.

Šio išradimo objektas yra būdas ir įrenginys, kuriuo būtų galima tiek tiesiogiai įrašyti galutinę baltoje šviesoje regimą sudėtinę holografinę stereogramą, tiek įrašyti H1 Master hologramą, kuri galėtų būti panaudota baltoje šviesoje regimai holografinei stereogramai pagaminti klasikiniu vaizdo plokštumų išdėstymo būdu.

Kitas šio išradimo objektas yra iš esmės išspręsti aplinkos bei įrenginių jautrumo vibracijai problemą holografiniame spausdintuve, naudojant impulsinį lazerį su atitinkamomis laiko ir erdvės šviesos pluošto charakteristikomis taip, kad hologramų įrašymo laikas būtų ribojamas tiksliai laiku, reikalingu erdvinio pluošto modulatoriaus kuriamo vaizdo atsinaujinimui.

Dar kitas šio išradimo objektas yra erdvinio pluošto modulatoriaus ir sumažintomis iki minimumo aberacijomis pasižyminčio plataus kampo objektyvo, turinčio pro jį einančios šviesos pluošto sąsmauką išorėje, kombinacijos panaudojimas, drauge taikant lazerio pluošto, einančio per aukščiau minėtus optinius elementus, erdvinio koherentiškumo reguliavimą, padedantį išvengti žymių optinio raibumo triukšmų, įrašant H1 Master hologramą ir nenaudojant difuzinių ekranų, kurie tradiciškai tam buvo

taikomi.

Dar vienas šio išradimo objektas yra erdvinio pluošto modulatoriaus ir sumažintomis iki minimumo aberacijomis pasižyminčio plataus kampo objektyvo, turinčio pro jį einančios šviesos pluošto sąsmauką išorėje, kombinacijos panaudojimas, drauge taikant lazerio pluošto, einančio per aukščiau minėtus optinius elementus, erdvinio koherentiškumo reguliavimo būdą, išvengiant žymių optinio raibumo triukšmų, įrašant sudėtinio tipo hologramą, kuri gali arba negali būti regima baltoje šviesoje. Tokioje sudėtinėje hologramoje kiekvienos atskiros komplektuojančios hologramos pikselio dydis yra reguliuojamas tokio erdvinio koherentiškumo, kuris leidžia pikselyje maksimaliai palankiai paskirstyti šviesos intensyvumą.

Ir dar vienas šio išradimo objektas yra erdvinio pluošto modulatoriaus, parodančio atskirą kiekvieno holografinio vaizdo pikselį, perslinkimas viena ar dviem kryptimis minėto objektyvo šviesos įėjimo lęšio zonoje, tarp lazerio blyksnių, tuo būdu pasiekiant aukštesnės skiriamosios gebos vaizdus H1 Master hologramose.

Šio išradimo objektas taip pat yra sinchronizuoti holografinės medžiagos ir erdvinio pluošto modulatoriaus vertikalų bei horizontalų judėjimą tarpusavyje taip, kad H2 vaizdo plokštumos pikseliai erdviniame pluošto modulatoriuje išsirikiuotų iš dvimačių vaizdų gaminamoje H1 hologramoje, tokiu būdu, kad, kai H1 holograma bus perkeliama į H2 hologramą, apibrėžtai "pikseliuotas" vaizdas būtų sukuriamas ant minėto H2 hologramos paviršiaus. Tuomet vaizdai erdvinio pluošto modulatoriaus displėjuje gali būti perkomponuoti ir užkoduoti persidengiančiomis pikselių grupėmis, kurios atstovauja keletą pirminių spalvų ir, tuomet prie minėtos H2 hologramos galima priderinti spalvotą laminuotą ar užspausdintą fotokaukę, ir taip sukurti daugiaspalvę hologramą.

Ir pagaliau šio išradimo objektas yra elemento, reguliuojančio erdvinį koherentiškumą, laisvas arba tam tikro algoritmo apibrėžtas judėjimas,

apibrėžiantis ir reguliuojantis holografinių pikselių tankį, tuo išlygindamas ir sumažindamas sandaros ar erdvinį triukšmą, atsiradusį dėl šio elemento vartojimo, o taip pat pašalinantis ir visus kitus panašius optinius triukšmus, atsirandančius sistemoje.

Visais atvejais duomenys hologramų įrašams generuojami naudojant kompiuterinį trimatį modelį arba gaunami iš daugelio vaizdų, užfiksuotų judančia kamera. Hologramos įrašomos naudojant lazerio šviesos pluoštą tam tinkamoje medžiagoje įrašymo galvute, naudojant erdvinį moduliatorių, prijungtą prie kompiuterio. Jada arba įrašymui skirta medžiaga, arba erdvinis moduliatorius vienmatėje arba dvimatėje erdvėje, siekiant įrašyti matricą arba seką, talpinančią galybę pikselių.

Išradimas paaiškinamas brėžiniais, kur:

1 fig. pavaizduotas duomenų gavimo iš eilės nuosekliai fiksuojamų kamera vaizdų, kurie gali būti panaudojami pagaminti hologramoms, proceso schema. Ši schema taip pat parodo, objekto kompiuterinį modelį, kai taškas žiūrėjimo plokštumoje apsprendžia perspektyvą, iš kurios gaunami objekto vaizdai.

2 fig. iliustruoja įrenginio pagal išradimą optinę schemą iš viršaus.

3 fig. iliustruoja svarbiausius pasirinktus įrenginio pagal išradimą komponentus, pavaizduotus perspektyvoje.

4 fig. vaizduoja įrenginio pagal išradimą darbą, kai jis veikia H1 Master hologramos įrašymo režimu, įrašant H1 pralaidžią hologramą.

5 fig. vaizduoja įrenginio pagal išradimą darbą H1 hologramos įrašymo režimu tuo atveju, kai holografinė medžiaga, kurioje yra įrašoma, yra pakreipiama achromatiniu kampu.

6 fig. vaizduoja įrenginį pagal išradimą, veikiantį H1 hologramos įrašymo režimu, įrašant H1 atspindžio tipo hologramą.

7 fig. vaizduoja įrenginį pagal išradimą, veikiantį tiesioginio įrašymo režimu, įrašant atspindžio tipo hologramą.

8a fig. vaizduoja persidengiančią objekto šviesos pluošto tankumo sandarą, įrašytą holografinėje medžiagoje, kuri yra būdinga H1 Master hologramai, įrašomai vaivorykštinės hologramos sukūrimui įprastiniu perkėlimo būdu. Kiekviename apskritime yra informacija apie perspektyvą, atitinkančią tam tikrą žiūrėjimo tašką.

8b fig. iliustruoja persidengiančią objekto šviesos pluošto tankumo sandarą, įrašytą holografinėje medžiagoje, kuri yra būdinga H1 Master hologramai, įrašomai panchromatinės šviesos vaivorykštinei hologramai sukurti įprastiniu perkėlimo būdu. Kiekvienoje elipsėje yra informacija apie perspektyvą, atitinkančią tam tikrą žiūrėjimo tašką. Trys elipsių eilės vaizduoja trijų pirminių spalvų išskyrimą.

9 fig. iliustruoja persidengiančią objekto pluošto tankumo sandarą, įrašytą holografinėje medžiagoje, tipiską H1 pilnos apertūros Master hologramai, skirtai sukurti vaivorykštinę achromatinę hologramą arba vienspalvę ar panchromatinę atspindžio hologramą, tradiciniu perkėlimo būdu. Kiekviename apskritime įrašyta informacija apie perspektyvą, atitinkančią tam tikrą tašką erdvėje, kaip pavaizduota 1 figūroje.

10 fig. pavaizduota objekto pluošto tankumo sandara, įrašyta holografinėje medžiagoje, būdinga tiesiogiai įrašytoms hologramoms. Kiekviename apskritime yra informacija apie iš jo sklindančios šviesos kryptingumą bei amplitudę, kuri ir sudaro trimatį vaizdą.

Pagrindiniai vaizdo duomenys, būtini išradimui.

Šiame išradime trimačio objekto vaizdą vienu atveju generuoja iš kompiuterio, panaudojant vieną iš standartinių komercinių kompiuterinių programų. Tokiomis kompiuterinėmis programomis šiais laikais galima sukurti labai tikroviškus skaitmeninius modelius, pasitelkiant daugybę pagalbinių procesų, kurie imituoja realius efektus. Be to, dėl kompiuterių technologijų pažangos skaičiavimų trukmė, reikalinga šių programų darbui, labai sutrumpėjo. Trimačių vaizdų skeneriai, veikiantys Moire ar kitais

principais dabar leidžia įterpti realaus pasaulio trimačius vaizdus į tokius kompiuterinius modelius. Kompiuterinės atminties apimtis, reikalinga tokiems trimačiams modeliams saugoti, didžia dalimi priklauso nuo tekstūrų aprašų, panaudotų jiems sukurti, taigi, kompiuteriniai failai, talpinantys tokius trimačius vaizdus, yra sąlyginai nedideli ir nesunkiai gali būti perduodami internetiniu ryšiu. Geriausiam šio išradimo variante naudojami tokie trimačiai kompiuteriniai skaitmeniniai modeliai, dvimačių kameros vaizdų generavimui iš virtualios žiūrėjimo plokštumos, kaip parodyta 1 figūroje. Čia 1 yra pažymėta plokštuma, iš kurios žiūrima. 2 ir 3 - tai atskiri, dvimačiai kompiuteriu sukurti objekto 4 vaizdai. Tokie vaizdai gaunami iš daugelio žiūrėjimo plokštumos taškų, pvz. 5 ir 6. Tokių dvimačių vaizdų išdėstymas erdvėje bei jų tankis yra paprastai kontroliuojamas pagal tam tikro hologramos tipo informacijos poreikį. Vienu atveju jie suformuoja taisyklingą dvimatę matricą, kitu atveju - taisyklingą horizontalią vienmatę tiesinę grandinę. Nukrypimai nuo šių taisyklingų formų yra naudingi dėl daugelio priežasčių, kaip, pavyzdžiui, galimybė sumažinti vaizdo optinius triukšmus, atliekant tuo pat metu vaizdo blankumo kontrolę.

Kitu atveju šiam išradimui gali būti panaudotas ir realus modelis vietoje skaitmeninio. Tuomet yra naudojama ir tikra kamera, fiksuojanti atskiras fotografijas (skaitmeniniu būdu arba panaudojant fotojuostą, iš kurios vėliau informacija paverčiama skaitmenine). Šiuo atveju 1 fig. reikėtų interpretuoti tokiu būdu: 4 vaizduoja objektą, kuris bus holografuojamas. 1 vaizduoja plokštumą, kurioje yra kamera 5. Objektas 4 bus fotografuojamas iš daugelio šios plokštumos taškų. Pavyzdžiui, jei matymo taškas yra 5, vaizdas nuotraukoje bus 2, jeigu matymo taškas yra 6, tuomet gauta nuotrauka bus 3. Paprastai, tam tikras mechanizmas yra naudojamas nuosekliai perkelti kamerą iš vienos padėties į kitą. Tai galima padaryti naudojant vienmatį ar dvimatį žingsninį perslinkimo mechanizmą. Kaip jau buvo minėta, erdvinis dvimačių vaizdų išdėstymas ir tankis paprastai

reguliuojami priklausomai nuo to, kokios informacijos reikia tam tikros rūšies hologramai, taigi, vienu atveju jie suformuos taisyklingą dvimatę matricą, o kitu - taisyklingą horizontalią vienmatę tiesinę grandinę. Nukrypimai nuo šių taisyklingų formų yra naudingi dėl daugelio priežasčių. Viena jų yra galimybė sumažinti vaizdo optinius triukšmus, atliekant vaizdo blankumo kontrolę.

Abiem minėtais atvejais ribota animacija, kuri gali būti perkelta į galutinę hologramą, gali būti suformuota taip, kad modelis 4 judės nustatytu būdu (įgyvendindamas tokią animaciją), kai parenkamos skirtingos kameros pozicijos, sekant nuoseklias monotoniškas trajektorijas minėtoje 1 plokštumoje. Žvelgdamas į galutinę hologramą, žiūrovas, sekdamas tokią nuosekliai monotonišką trajektoriją stebėjimo erdvėje, suvoks minėtąją animaciją.

Šis išradimas yra paremtas ėmimu eilės dvimačių, tikro ar kompiuteryje sukurto objekto, vaizdų, skaitmeniniu jų apdorojimu, paverčiant juos skaitmenine informacija, ir jų parodymu dvimačių vaizdų pavidalu erdvinio pluošto moduliatoriuje. Geriausiame šio išradimo variante toks erdvinis pluošto modulatorius yra aukštos skiriamosios gebos skystų kristalų displėjus, tačiau gali būti panaudotas ir bet koks kitas dvimatis erdvinis pluošto modulatorius, turintis tinkamas charakteristikas.

Geriausiame šio išradimo variante impulsinis lazeris naudojamas apšviesti šį erdvinį pluošto moduliatorių. Toks impulsinis lazeris gali būti vieno ar kelių bangos ilgių, o jo impulsų trukmės charakteristikos gali būti nuo kelių nanosekundžių iki dešimčių mikrosekundžių. Tokio lazerio impulsų dažnis idealiu atveju turėtų būti artimas vaizdo atsinaujinimo greičiui pasirinkto erdvinio pluošto moduliatoriuje. Impulsinio lazerio panaudojimas leidžia sukonstruoti komercinio pobūdžio įrenginį, kurio veikimas nebus pažeidžiamas vibracijų. Todėl tokiu įrenginiu bus galima greitai ir su iš anksto prognozuojamais rezultatais pagaminti aukštos kokybės

hologramas. Tokio lazerio laikinas koherentiškumas bei impulsų energijos variacija turi būti parenkama labai rūpestingai. Paprastai, jei objektinio ir atraminio šviesos pluoštų pečiai yra sulyginami, reikalingoji laikinė koherencija yra maždaug keli centimetrai. Galutinis impulso trukmės pasirinkimas priklausys nuo naudojamos holografinės medžiagos, skirtos įrašymui. Jei reikia, galima panaudoti impulsų sekas, norint prailginti pluošto impulsų gaubtinės, siekiant išlaikyti aukščiausią smailinę šviesos impulso galią, kuri reikalinga netiesiniam pluošto dažnių keitimui.

Ypatinga apšvietimo sistema yra naudojama reguliuoti erdvinį lazerio pluošto koherentiškumą. Geriausiam išradimo variante tuo tikslu naudojamas teleskopas ir mikrolęšių matrica. Tačiau yra ir daug kitų tinkamų sistemų kontroliuoti erdviniam lazerio pluošto koherentiškumui, kuriomis pastarąją sistemą galima pakeisti, nepakeičiant išradimo esmės. Tokios sistemos charakterizuojamos kaip sistemos, reguliuojančios lazerio pluošto erdvinį koherentiškumą, nesukeliant žymaus optinio triukšmo.

Lazerio šviesos pluoštas, eidamas per erdvinį moduliatorių, praeina pro ypatingą plačiakampį objektyvą, kuris fokusuoja minėtą pluoštą į siaurą sąsmauką už šio objektyvo ribų, suformuodamas pluoštą, kuris yra žinomas kaip objektinis šviesos pluoštas. Erdvinio pluošto modulatoriaus vaizdas yra suformuojamas tam tikrame, reguliuojamame atstume nuo minėtosios sąsmaukos.

Holografinė medžiaga hologramos įrašymui yra patalpinama šalia arba pačiame siauriausiame objektinio šviesos pluošto sąsmaukos taške. Atraminis šviesos pluoštas, kuris yra koherentiškas šiam objektiniam šviesos pluoštui, apšviečia tą patį holografinės įrašymo medžiagos plotą, tik kitu kampu, taip, kad atraminis ir objektinis šviesos pluoštai interferuotų tarpusavyje, sudarydami interferencinį vaizdą, kuris yra įrašomas holografinėje įrašymo medžiagoje.

Viename šio išradimo panaudojimo variante holografinė medžiaga juda vienmatėje arba dvimatėje erdvėje objektinio šviesos pluošto atžvilgiu, taip, kad būtų užtikrinamas optimalus objektinio ir atraminio šviesos pluoštų persidengimas, tuo tarpu vaizdas erdviniame pluošto moduliatoriuje yra pakeičiamas taip, kad kiekviena greta esanti objektinio ir atraminio pluoštų pora ant įrašomosios medžiagos įrašytų interferencinį vaizdą, atitinkantį atitinkamus skaitmeninius duomenis. Gali judėti ir objektinio ir atraminio šviesos pluoštų pora, tuo tarpu, kai įrašančioji medžiaga lieka nejudanti. Bet kuriuo atveju šis būdas leidžia sukurti atskirus interferencinius vaizdelius (žinomus kaip holografiniai pikseliai), kurie suformuoja dvimatę matricą arba vieną ar daugiau vienmačių tiesinių tokių pikselių grandinėlių. Aibė tokių pikselių yra vadinama sudėtine holograma.

Labai svarbi šio išradimo ypatybė yra ta, kad objektinio ir atraminio šviesos pluoštų dydžiai bei intensyvumo pasiskirstymas yra kruopščiai reguliuojami, priklausomai nuo įrašomos hologramos rūšies ir reikalingų tokių hologramai charakteristikų. Objektinio šviesos pluošto kontrolė vykdoma reguliuojant erdvinį lazerio šviesos pluošto koherentiškumą. Atraminio šviesos pluošto atveju tai atliekama teleskopu, talpinant apertūros vaizdo projekciją ant įrašymo medžiagos.

Kita, lygiai taip pat svarbi šio išradimo ypatybė yra ta, kad plačiakampis objektyvas yra sukonstruotas taip, kad sumažintų aberacijas ir išlaikytų šviesos pluošto siauriausią sąsmaukos vietą už objektyvo ribų.

Po to, kai įrašytos, tokios sudėtinės hologramos yra apdorojamos pagal konkrečios medžiagos, ant kurios jos yra įrašytos, reikalavimus, ir taip sukurama holograma. Pageidaujamos medžiagos yra fotopolimerai ir sidabro halogenidai, tačiau kitos medžiagos gali taip pat būti panaudotos, nekeičiant išradimo esmės.

Tinkamai pasirinkus informacijos apdorojimo algoritmus, taikant minėtąjį būdą, galima pagaminti daugelio rūšių hologramas.

Hologramas galime suskirstyti į dvi svarbiausias hologramų klases. Pirmajai klasei priklauso hologramos H1, kurios yra kuriamos tam, kad vėliau vaizdas iš jų būtų perkeltas į kitą hologramą, (toliau vadinamą H2 holograma). Tuo atveju trimačio vaizdo plokštuma yra pakeičiama. Toks aukščiau aprašytas vaizdo plokštumos perkėlimas yra standartinis klasikinis hologramų įrašymo būdas. Antrąją hologramų klasę sudaro hologramos, kurios tiesiogiai imituoja šią jau perkeltą vaizdo plokštumą arba, kitaip tariant, H2 hologramą, išvengiant tarpinės pakopos (H1 hologramos), būtinumo. Šiuo atveju trimačio vaizdo plokštuma keičiama kompiuteriu, kuris atlieka kitokį matematinių manipuliacijų algoritmą su pirminių duomenų aibe.

Svarbi šio išradimo ypatybė yra ta, kad sudaroma galimybė pasiekti optimalią hologramų kokybę, gaminant abiejų minėtų klasių hologramas, nepaisant to, kad šios dvi skirtingos hologramų klasės reikalauja visiškai skirtingų hologramų įrašymo sąlygų. H1 hologramų kokybė yra geriausia, kai jos įrašomos dideliais pikseliais, kurių užimamas plotas holografinėje įrašymo medžiagoje gali šimtus kartų viršyti pikselių, kurie būtini tiesioginiu būdu įrašant galutinę hologramą, plotą. Šie dideli pikseliai yra persidengę. Taip gaunama H1 holograma, kurios skaistis yra mažesnis, tačiau optinių triukšmų lygis yra žymiai mažesnis. Tuomet taikomas vaizdo plokštumos perkėlimo būdas, kuris kompensuoja skaisčio trūkumą difrakcijos produktyvumu. Rezultatas - optimaliai skaisti, labai aukštos kokybės galutinė H2 holograma.

Tiesiogiai įrašomos hologramos reikalauja tarpusavyje susiglaudusių pikselių struktūros, kurių persidengimas būtų minimalus, norint, kad nenukentėtų hologramos skaistis. Tam tikrais atvejais tai iškelia kai kuriuos apribojimus galutinio vaizdo kokybei.

Toliau pateikiamas šio išradimo geriausias variantas, kuris apibūdina ir iliustruoja šio išradimo veikimo bei panaudojimo principus. Tačiau labai

aišku yra tai, kad turintys patirtį holografijos srityje gali atlikti įvairius pakeitimus, papildymus ir supaprastinimus, išlaikydami šio išradimo esmę ir nenukrypdami nuo jo veikimo srities. Pavyzdžiui, optinę sistemą galima išdėstyti įvairiais būdais. Holografinės įrašančiosios medžiagos judėjimo erdvinio pluošto modulatoriaus atžvilgiu sistema taip pat gali būti modeliuojama įvairiais būdais, o vietoje lanksčios holografinės juostos gali būti panaudotos holografinės medžiagos kietu pagrindu, kurios panaudojimas aprašomas toliau.

2 fig. parodytas šio išradimo įgyvendinimo geriausio varianto vaizdas iš viršaus. Vienos spalvos, vienos išilginės modos impulsinis lazeris, pažymėtas 7, turi didelį darbinį pasikartojimo dažnį, bei pakankamą laikinį koherentiškumą. Jis skleidžia koherentinės šviesos pluoštą, kuris yra dalijamas kintamu pluošto dalikliu 8. Pluoštas 9 keliauja iki optinio veidrodžio 10, kuris pastarąjį nukreipia į optinį veidrodį 11. Šis veidrodis šviesos pluoštą nukreipia į bangos plokštelę 12, kuri reguliuoja pluošto poliarizaciją. Toliau šviesos pluoštas eina pro teleskopo 13 ir 14 lęšius. Lęšis 14 yra pritvirtintas prie žingsninio perslinkimo mechanizmo 15, kurio variklius pažymėtas 16. Tokiu būdu, išeinančio iš optinio lęšio 14 pluošto skersmuo yra reguliuojamas. Pluoštas praeina pro mikrolęšių matricą 17, kuri išplečia pluoštą ant sferinio kolimuojančio lęšio 18. Atstumas tarp optinių elementų 17 ir 18 yra parinktas taip, kad atitiktų 18 lęšio židinio ilgį. Tokiu būdu kolimuotas pluoštas išeina iš optinio lęšio 18 su sureguliuota erdvine koherencija. Toliau pluoštas apšviečia skysto kristalo displėjų (SKD) 19, kuris yra pritvirtintas prie variklinio dvimačio žingsninio perslinkimo mechanizmo 20 su vertikalaus valdymo varikliuku 21 ir horizontalaus valdymo varikliuku 22. Pozicijomis 23 ir 24 parodyta SKD maksimalaus horizontalaus pasislinkimo padėtis. SKD padėtis yra koreguojama H1 tipo hologramų įrašymo metu, siekiant gauti daug aukštesnę galutinio vaizdo skiriamąją gebą, kurios iš duoto žiūrėjimo kampo

nejmanoma pasiekti su tokiu pat, tik statišku SKD. Praėjęs pro skysto kristalo displėjų, reguliuojamo koherentiškumo šviesos pluoštas kerta tiesinį poliarizatorių, kuris paverčia SKD vaizdą iš cirkuliariai poliarizuoto į amplitudiškai moduluotą. Tuomet pluoštas praeina pro plačiakampį objektyvą 25, pritvirtintą prie variklinio žingsninio perslinkimo mechanizmo 26, kurio varikliukas pažymėtas 27. Šis perslinkimo mechanizmas naudojamas reguliuoti SKD vaizdo plokštumai, kurią pròjektuoja objektyvas 25. Objektinio šviesos pluošto sąsmaukos 28 dydis yra reguliuojamas variklinio žingsninio perslinkimo mechanizmo 15, kurio varikliukas pažymėtas 16. Toliau objektinis pluoštas krenta ant holografinės medžiagos 29. Čia pavaizduota, kaip holografinė juosta yra įtaisyta besisukančioje žingsninėje sistemoje. Varikliukas 30 reguliuoja žingsninės pakopos 31 judėjimą link ir nuo objektinio šviesos pluošto sąsmaukos. Velenai 32 ir 33 kontroliuoja horizontalų holografinės juostos 29 judėjimą objektinio šviesos pluošto atžvilgiu. Varikliukas 34 kontroliuoja vertikalų holografinės juostos judėjimą minėto objektinio šviesos pluošto atžvilgiu. Velenų 32 ir 33 judėjimą kontroliuoja variklis 35. Velenėliai 36 ir 37 įtempia holografinę juostą ir reguliuoja horizontalų kampą, kuriuo juda juosta objektinio pluošto ašinio sklidimo vektoriaus atžvilgiu. Pavyzdžiui, 5 figūroje parodyta šios schemos dalis, vaizduojanti tokį atvejį, kai holografinė juosta yra traukiama atgal tokiu achromatiniu kampu, kuris yra naudingas įrašant H1 Master hologramas, iš kurių vaizdas vėliau bus perkeltas į panchromatines vaivorykštines H2 hologramas.

Atraminio šviesos pluošto petys yra atidalijamas nuo pagrindinio lazerio šviesos pluošto kaitomu dalikliu 8. Pluoštas 38 yra nukreipiamas į veidrodį 39, kuris jį atspindi ir nukreipia per elipsės formos apertūrą (angą) 40. Vaizdas, kuris pagaliau sukuriamas atraminio pluošto ir holografinės įrašymo medžiagos susikirtimo vietoje, yra apibrėžtai apskritas arba elipsės formos atraminis įspaudas įrašymo medžiagoje, priklausomai nuo įrašomos

hologramos tipo keliamų reikalavimų. Toliau atraminis pluoštas keliauja į banginę plokštelę 41, kuri reguliuoja lazerio pluošto poliarizaciją. Optiniai elementai 42 ir 43 suformuoja teleskopą, kuris reguliuoja pluošto dydį, pastarajam praėjus pro 43 elementą, kurį galima reguliuoti varikliniu žingsniniu mechanizmu 44, kurio varikliukas pažymėtas 45. Pluošto daliklio jungiklis 46 nukreipia atraminį pluoštą 47 pažymėtu keliu arba keliu 48. Optinis kelias 48 naudojamas kurti pralaidžias hologramas, tuo tarpu, kai kelias 47 naudojamas kurti atspindžio hologramas.

Tuo atveju, jei atraminis pluoštas nukreipiamas optiniu keliu 48, jis eina per lęšį 49, šis lęšis projektuoja 40 apertūros vaizdą įrašymo medžiagos paviršiuje. Šis lęšis taip pat pakoreguoja nedidelę pluošto skėstį, kuri atsiranda pluoštui perėjus per 43 lęšį. Pluošto skėstis, praėjus 49 lęši, yra idealiai kolimuota, todėl reguliuojama difrakcijos ribose. Iš tiesų tai reiškia, kad, jei atraminis pluoštas yra mažas, jis nebus labai tiksliai kolimuotas, tačiau kolimacijos paklaida turi kur kas mažiau įtakos vaizdo blankumui, nei galutinės hologramos apšvietimo šaltinio gabaritai. Veidrodžiai 50 ir 51 nukreipia atraminį pluoštą į jo galutinį taikinį – atraminio pluošto susikirtimo vietą su objektiniu šviesos pluoštu holografinės įrašymo medžiagos paviršiuje. Varikliniai sukimo pakopiniai mechanizmai 52 ir 53 su varikliukais, pažymėtais 54 ir 55, drauge su tiesiniu žingsniniu perslinkimo mechanizmu 56, kurio varikliukas pažymėtas 57, užtikrina, kad skirtingi atraminio pluošto kampai galėtų būti naudojami esant skirtingoms įrašymo medžiagos padėtimis. Dažniausiai yra taikomas Briusterio kampas, tačiau, tam tikrais šio išradimo pritaikymo atvejais, šis kampas yra keičiamas.

Tuo atveju, jei atraminis pluoštas nukreipiamas optiniu keliu 47, jis eina per lęšį 58, šis lęšis projektuoja 40 apertūros vaizdą ant įrašymo medžiagos paviršiaus. Šis lęšis taip pat pakoreguoja nedidelę pluošto skėstį, kuri atsiranda pluoštui perėjus per 43 lęšį. Pluošto skėstis, praėjus 58 lęši yra idealiai kolimuota, todėl reguliuojama difrakcijos ribose, kaip aprašyta

aukščiau. Veidrodžiai 59 ir 60 nukreipia atraminį pluoštą į jo galutinį taikinį – atraminio pluošto susikirtimo vietą su objektiniu šviesos pluoštu holografinės įrašymo medžiagos paviršiuje, šiuo atveju - priešpriešiais. Variklinis sukimosi pakopinis mechanizmas su varikliuku 61 ir tiesinis žingsninio perslinkimo mechanizmas 62 su varikliuku 63 užtikrina, esant skirtingoms įrašymo medžiagos padėtimis, kad skirtingi atraminiai kampai galėtų būti naudojami. Dažniausiai yra taikomas Briusterio kampas, tačiau, tam tikrais šio išradimo pritaikymo atvejais, šis kampas yra keičiamas.

3 figūroje pavaizduotas pagrindinių parinktų šio išradimo komponentų, kurių numeracija atitinka numeraciją komponentų, pavaizduotų 2 figūroje, išdėstymas perspektyvoje.

Iki šiol dažniausiai sutinkama H1 hologramų rūšis yra H1 pralaidi holograma. Šios rūšies hologramos yra skirstomos į keturis pagrindinius tipus: 1) H1, tinkama gaminti vaivorykštinėms pralaidžioms hologramoms; 2) H1, tinkama gaminti panchromatinėms vaivorykštinėms pralaidžioms hologramoms; 3) H1, tinkama gaminti achromatinėms pralaidžioms hologramoms; 4) H1, tinkama gaminti vienspalvėms pralaidžioms hologramoms. Visais minėtais atvejais atskiri holografiniai pikseliai turi gerai persidengti ir turi būti daug didesni nei objektinio pluošto sąsmauka, kad paskirstytų tam tikrą informaciją apie perspektyvą makroskopiniame hologramos plote ir užtikrintų sistemos optinių triukšmų holografinį vidurkinimą.

4 figūroje pavaizduota, kaip sistema veikia H1 pralaidžios hologramos įrašymo metu. Čia reikia atkreipti dėmesį į tai, kad atraminis pluoštas pasiekia holografinę įrašymo medžiagą iš tos pačios pusės, kaip ir objektinis pluoštas, formuojant pikselį 28. Pažymėtina tai, kad minėtasis pikselis yra gerokai nutolęs nuo sąsmaukos taško 64. Pastebėtina ir tai, kad vaizdas, projektuojamas iš SKD 19, yra nutolęs atstumu 65 nuo įrašančiosios medžiagos 29. Ekrane, patalpintame plokštumoje 66, matysis

stipriai sufokusuotas kiekvienas dvimatis vaizdas, pakrautas į SKD 19. Plokštuma 66 paprastai atitinka hologramos H2 plokštumą pagal vaizdo perkėlimo geometriją.

Norint įrašyti H1 pralaidžią hologramą, realaus ar kompiuteriniu būdu sukurto objekto perspektyvos vaizdai yra iš anksto iškreipiami, siekiant kompensuoti optinių aberacijų liekanas, o taip pat priderinti prie tam tikros pabaigoje taikomos apšvietimo geometrijos. Tuomet tokie vaizdai iš eilės, vienas po kito yra pakraunami į SKD, įrašomas holografinis pikselis, įrašymo medžiaga yra paslenkama ir toks procesas yra kartojamas kiekvienam vaizdui. Pirmuoju atveju, viršutinė pikselių eilutė yra įrašoma holografinėje įrašymo medžiagoje, kaip pavaizduota 8a figūroje. Kiekvienas apskritimas atstovauja interferencinį vaizdą, turintį informaciją apie tam tikrą vaizdą iš perspektyvos taško, žiūrint išilgai horizontalia kryptimi. 8b figūra vaizduoja antrąjį atvejį, kai trys pikselių eilutės įrašomos achromatiniu kampu ir kiekviena eilutė atitinka raudoną, žalią ar mėlyną sudėtinę vaizdo dalį, matomą galutinėje hologramoje, priklausomai nuo ašinės žiūrėjimo padėties. Tokia holografinio vaizdo įrašymo geometrija antruoju atveju yra pavaizduota 5 figūroje. 9 figūroje pavaizduotas trečias ir ketvirtas atvejai, kai turi būti įrašoma dvimatė pikselių matrica. Trečiuoju atveju visos horizontalios pikselių eilutės iš tiesų turi įrašytą informaciją, susijusią su vienu vertikaliu paralaksu. Ketvirtuoju atveju gali būti taip pat, bet nebūtinai. Tačiau, jei naudojamas pilnas paralaksas, tuomet pikselių tankis gali būti moduluojamas taip, kad vidurkinimo dėka būtų optimaliai sumažinami optiniai triukšmai, o kartu su tuo ir sumažintas chromatinis kiekvieno atskiro vaizdo pablukimas dėl greta esančio pikselio, tokiu būdu gaunant atskiro vaizdo aiškumą. Paprastai į tai yra atsižvelgiama gaminant didelio formato pilno paralakso atspindžio tipo hologramas, kurioms būdinga chromatinio pablukimo problema, kada begalinė aibė vaizdų naudojama stereogramai pagaminti. Be to, labai didelio formato, sumažinto paralakso hologramos

gali būti pagamintos, pasiekiant optimalius rezultatus, jei pablukimas bei optiniai triukšmai yra rūpestingai kontroliuojami.

Visais atvejais objektinio pluošto erdvinis koherentiškumas turi būti reguliuojamas taip, kad objektinio pluošto sąsmaukos 28 dydis už objektyvo 25 ribų irgi būtų atitinkamai reguliuojamas. Ši sąsmauka taip pat gelbsti vaizdą nuo blankumo ir tuo būdu lemia geresnę vaizdo kokybę. Jei sąsmauka per maža, vaizdo kokybė bus bloga, jei sąsmauka per plati, vaizdas bus blankus. Tačiau tinkamų sąsmaukos dydžių skalė tarp šių parametrų kraštutinumų yra labai didelė, todėl be galo svarbu rūpestingai pasirinkti optimalų sąsmaukos 28 skersmens dydį.

Galutinį optimalaus pikselių tankumo maksimumą H1 pralaidžiai hologramai turėtų nulemti įrašymui naudojamos holografinės medžiagos savybės. Tam tikrais šio išradimo pritaikymo atvejais, kaip, pavyzdžiui, panchromatinėje holografijoje, geriau yra rinktis H1 atspindžio hologramą, nei H1 pralaidžią hologramą. Tokiu atveju, vieno dažnio vienspalvį lazerį reikėtų pakeisti daugiaspalviu vieno dažnio lazeriu, o SKD arba kitokį erdvinį pluošto moduliatorių reikėtų pakeisti spalvotu SKD arba kitu erdviu pluošto modulatoriumi. Šiuo atveju spalvota H1 holograma gali būti įrašoma taikant 6 figūroje demonstruojamą geometriją. Tuomet iš pastarosios, vaizdo plokštumos perkėlimo būdu, gali būti pagaminta galutinė atspindžio H2 holograma. Pikselių tankumas tokiose H1 atspindžio hologramose gali šiek tiek skirtis nuo pikselių tankumo, reikalingo H1 pralaidžioms hologramoms, ir tai priklausys nuo turimos holografinės įrašymo medžiagos charakteristikų.

Kada holograma yra įrašoma tiesiogiai, nebelieka galimybės kontroliuoti galutinės hologramos skaisčio vaizdo plokštumos perkėlimo būdu. Todėl įrašoma holograma iš karto turi būti optimalaus skaisčio. Tai reiškia, kad holografiniai pikseliai turi būti labiau vienas prie kito prigludę, nei kad persidengiantys, kaip pavaizduota 10 figūroje. Iš to seka, kad optimali

holografinės juostos padėtis įrašymui bus objektinio pluošto sąsmaukos vietoje, kaip parodyta 7 figūroje. Aukščiau aprašyta objektinio pluošto erdvinio koherentiškumo reguliavimo sistema dabar naudojama holografinių pikselių dydžiui kontroliuoti bei užtikrinti, kad jų intensyvumo pasiskirstymas holografinės įrašymo medžiagos paviršiuje būtų artimas Gauso pasiskirstymui.

Norint tiesiogiai įrašyti hologramą, realaus arba kompiuterinio objekto vaizdai su perspektyva yra matematiniu būdu transformuojami, tuo būdu sukuriant naują vaizdą, kurie tuomet iš anksto yra tam tikru būdu iškreipiami, rinkinį, siekiant kompensuoti optinių aberacijų liekanas, o taip pat ir dėl taikytinos galutinės apšvietimo geometrijos. Tokie vaizdai tada yra pakraunami į SKD, holografinis pikselis įrašomas su SKD vaizdų plokštuma, optimaliai nustatyta į norimą žiūrėjimo plokštumą arba į begalybę, tuomet įrašymo medžiaga yra paslenkama ir procesas pakartojamas. Procesas vykdomas tokiu būdu, kad būtų sukurta dvimatė holografinių pikselių matrica, kurioje kiekvienas pikselis tiksliai atkuria šviesos pluošto spindulius, kertančius atitinkamą tašką pasirinktoje vaizdo plokštumoje, jiems praeinant pro tikrą ar virtualų kompiuteriu sukurtą objektą. Tam tikru tikslumu šiuo būdu sukuriamą hologramą yra identiška hologramai, kuri pagaminama kaip H1 holograma, ir tuomet klasikiniu vaizdo plokštumos perkėlimo būdu sukuriamą hologramą H2. Tačiau, taikant praktikoje, abu šie būdai labai skiriasi, bet papildo vienas kitą, o taip pat, kaip buvo minėta aukščiau, jie abu turi savų pranašumų atskirais atvejais.

Skirtingos matematinės transformacijos gali būti įvykdytos visų pagrindinių rūšių hologramoms kurti, naudojant tiesioginio hologramos įrašymo būdą. Vaivorykštinės hologramos gali būti konstruojamos taip, kad atskirų SKD vaizdų failai tam holografiniam pikseliui būtų sudaryti iš vienos horizontalios informacijos juostos. Pasirenkama, kad šios juostos aukštis SKD priklausytų nuo vertikalios holografinio pikselio padėties. Tuo būdu sukuriamą

holograma, kuri fokusuoja ją apšviečiančią šviesą į horizontalią juostą priešais hologramą. Šią juostą moduliuoja vaizdinė informacija iš vienos vertikalios perspektyvos, tuo būdu sukuriant vaivorykštinę hologramą. Tuo atveju, jei kuriama trispalvė vaivorykštinė holograma, vaizdo failai kiekvienam holografiniam pikseliui sudarys tris horizontalias juosteles, kurių vertikalios padėties SKD skirtingai priklausys nuo vertikalios atitinkamo holografinio pikselio padėties. To rezultate galutinė holograma fokusuoja ją apšviečiančią šviesą į tris lygiagrečias horizontalias juostas priešais hologramą, tik šį kartą trys juostos yra plokštumoje, pakreiptoje achromatiniu kampu įprastinio hologramos normalės vektoriaus atžvilgiu. Be to, kiekviena juosta yra moduluojama pagal atitinkamą pirminės spalvos vaizdinę informaciją iš vienos vertikalios perspektyvos, taip sukurdamą panchromatinę vaivorykštinę hologramą. Achromatinę pralaidi hologramą kuriama iš SKD vaizdų failų, kurie sudaryti iš vertikalių brūkšnelių, horizontaliai moduluojamų horizontalios perspektyvos vaizdinės informacijos pagalba. Pilno paralakso atspindžio hologramos yra taip pat kuriamos dvimačiu būdu transformuojant SKD vaizdų failus.

Varijuojant matematinėmis transformacijomis, galima sukurti hibridinio tipo hologramas tiesioginio įrašymo būdu, taip, kad žiūrint iš vieno taško, bus matomas achromatinis vaizdas, tuo tarpu, pažiūrėjus iš kito taško, vaizdas gali įgyti vaivorykštinės charakteristikas. Kaip alternatyvą, hologramoms nesunkiai galima sukurti daug skirtingų žiūrėjimo "langų". Kontroluojant parametrus, taip pat ir tokius, kaip būdingas pablukimas, galima sukurti labai dideliu vaizdo gyliu pasižyminčias hologramas, žiūrint iš tam tikrų kampų, tuo tarpu, kai kiti žiūrėjimo kampai gali būti optimaliai pritaikyti vaizdo integralumui su arčiau esančiais objektais atskleisti.

Dažnai, taikant tam tikrus objektinio šviesos pluošto erdvinio koherentiškumo reguliavimo būdus, daikto pluošte atsiranda triukšmai. Dažniausiai yra sutinkamas lazerio spinduliuotės raibumas. To yra

išvengiama šiame išradime, kadangi taikomi tik tokie įrenginiai erdviniam koherentiškumui reguliuoti, kurie nesukelia jokių žymesnių optinių raibumų. Pasirinktame šio išradimo variante tokiai kontrolei pasiekti yra naudojamas teleskopas ir mikrolęšių matrica. Tačiau fizinė mikrolęšių konstrukcija yra linkusi įnešti tam tikrą optinę struktūrą į objektinį pluoštą. Šį triukšmą galima žymiai sumažinti, pajudinant laisvu arba apibrėžtu būdu mikrolęšių matricą kiekvienos ekspozicijos (apšvietos) metu. Tokį optinį triukšmą galima žymiai sumažinti, aukščiau aprašytu būdu parenkant optimalų didžiausią pikselių tankumą.

Įrašant H1 hologramas, SKD yra judinamas tiek horizontaliai, tiek vertikaliai objektyvo įvadinio lęšio ribose, nuosekliai vykdant įrašymo operacijas. Tai leidžia efektyviai panaudoti mažesnę SKD, kuris kitu atveju turėtų būti daug didesnis, siekiant gauti tą patį matymo kampą ir skiriamąją gebą galutinėje H2 hologramoje. Jei gaminame H1 hologramą, norėdami sukurti galutinę vaivorykštinę hologramą, SKD judinamas tik viena kryptimi. Tačiau, jei gaminame H1 hologramas trispalvėms vaivorykštinėms hologramoms ar pilno paralakso H1 hologramas, SKD judinamas dvimačiu būdu.

Vertikalūs ir horizontalūs holografinės medžiagos ir erdvinio šviesos modulatoriaus judesiai yra sinchronizuoti taip, kad H2 vaizdo plokštumos pikseliai erdviniam pluošto moduliatoriuje išsirikiuotų iš dvimačių vaizdų gaminame H1 hologramoje tokiu būdu, kad, kai H1 holograma bus perkeliama į H2 hologramą, apibrėžtai "pikseliuotas" vaizdas bus sukuriamas ant minėto H2 hologramos paviršiaus. Tuomet vaizdai erdvinio pluošto modulatoriaus displėjuje gali būti perkomponuoti ir užkoduoti persidengiančiomis pikselių grupėmis, kurios atstovauja keletą pirminių spalvų, tuomet minėtai H2 hologramai galima priderinti spalvotą, laminuotą ar užspausdintą fotokaukę, ir taip sukurti daugiaspalvę H2 hologramą.

Išradimo apibrėžtis

1. Matomų baltoje šviesoje sudėtinių holografinių stereogramų ir H1 Master-hologramų tiesioginis įrašymo būdas, naudojant skaitmeniniu būdu apdorotą informaciją apie trimatį kompiuterinį modelį arba apie nuoseklius, kamera užfiksuotus realaus objekto vaizdus, bei impulsinio lazerio šviesos pluoštą, padalintą į objektinį pluoštą ir atraminį pluoštą, kuriame informaciją apie objektą parodo erdvinio pluošto moduliatoriuje; objektinį pluoštą formuoja praleidžiant pro erdvinį pluošto moduliatorių ir moduliuoja, keičiant vaizdą erdviniam moduliatoriuje, objektiniu pluoštu ir atraminiu pluoštu apšviečia tą patį holografinės įrašymo medžiagos plotelį tokiu kampu, kad atraminis ir objektinis šviesos pluoštai interferuotų, reguliuoja minėtų šviesos pluoštų, krentančių ant holografinės įrašymo medžiagos, poros, ir/arba holografinės įrašymo medžiagos padėtį viena kitos atžvilgiu, interferencinį vaizdą įrašo holografinėje įrašymo medžiagoje, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad

- reguliuoja erdvinį objektinio pluošto koherentiškumą, tuo pačiu reguliuojant objektinio ir atraminio šviesos pluoštų dydį bei intensyvumo pasiskirstymą, priklausomai nuo įrašomos hologramos rūšies;
- praleidžia objektinį pluoštą per plačiakampį objektyvą su sumažintomis aberacijomis, kuriuo formuoja šį pluoštą į siaurą sąsmauką už šio objektyvo ribų;
- reguliuoja atstumą tarp erdvinio pluošto vaizdo modulatoriaus ir minėtos pluošto sąsmaukos;
- reguliuoja erdvinio pluošto modulatoriaus padėtį viena arba dviem kryptimis minėto plačiakampio objektyvo įvadinio lęšio ribose, tarp lazerio impulsų blyksnių;
- moduliuotu objektiniu pluoštu apšviečia holografinės įrašymo medžiagos, patalpintos šalia arba pačiame siauriausiame sąsmaukos

taške, plotelį;

-judina holografinę įrašymo medžiagą ir/arba įrašymo galvutę su erdvinio pluošto modulatoriumi keičiant padėtį sinchroniškai vienas kito atžvilgiu vienmačiu ir dvimačiu būdu.

2. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad lazerio šviesos impulsų trukmę reguliuoja nuo kelių nanosekundžių iki dešimčių mikrosekundžių, o impulsų pasikartojimo dažnį - taip, kad jis būtų maksimalus ir apribotas tik maksimaliu vaizdo atsinaujinimo greičiu erdviniam moduliatoriuje, priklausomai nuo holografinės įrašymo medžiagos ir nuo įrašomos hologramos rūšies.

3. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vertikalius ir horizontalius holografinės įrašymo medžiagos ir erdvinio pluošto modulatoriaus judesius vienas kito atžvilgiu sinchronizuoja taip, kad kuriant H1 hologramą, kiekvienas papildomas suprojektuotas dvimatis vaizdas, atitinkantis erdvinio pluošto modulatoriaus pikselius, pasislinktų taip, kad, kai tokia H1 holograma perkeliama į H2 hologramą, atitinkami pikseliai išsidėstytų H2 hologramos plokštumoje paeiliui, ir pastarosios paviršiuje iš pikselių sukurtų apibrėžtą vaizdą; o spalvotą hologramą formuoja perkomponuojant ir koduojant vaizdus, esančius erdvinio pluošto moduliatoriuje, į susiglaudžiančias pikselių grupes, atstovaujančias kelias pirmines spalvas, ir prie H2 hologramos tvirtina, laminuoja arba ant jos spausdina spalvotą kaukę.

4. Būdas pagal 1 ir 2 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad optinius elementus, reguliuojančius erdvinį koherentiškumą, judina laisvu arba apibrėžtu būdu, moduliuodami ir reguliuodami holografinių pikselių išdėstymo tankį, ir tuo pačiu suvidurkina ir sumažina to paties elemento ir

viso įrenginio erdvinį triukšmą.

5. Įrenginys, skirtas būdui pagal 1 punktą įgyvendinti, naudojant skaitmeniniu būdu apdorotą informaciją apie trimatį kompiuterinį modelį arba apie nuoseklius kamera užfiksuotus realaus objekto vaizdus, turintis impulsinį lazerį (7), lazerio šviesos pluošto daliklį (8), skirtą padalinti lazerio šviesos pluoštą į objektinį pluoštą (9) ir atraminį pluoštą (38), objektinio pluošto šviesos erdvinį moduliatorių (19), prijungtą prie kompiuterio, priemonės, skirtas nukreipti minėtus pluoštus į holografinę įrašymo medžiagą (29) reikalingu pluoštų interferencijai gauti kampų, ir priemonės, skirtas reguliuoti objektinio ir atraminio pluoštų, krentančių ant holografinės įrašymo medžiagos, poros ir/arba holografinės įrašymo medžiagos padėtį viena kitos atžvilgiu, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad jis turi

- priemonės, skirtas reguliuoti erdviniam lazerio šviesos pluošto, einančio pro minėtus optinius elementus, koherentiškumui, ir panaikinti optiniam triukšmui;

- plačiakampį objektyvą (25) su sumažintomis aberacijomis ir pluošto sąsmauka (28), esančia to objektyvo išorėje;

- priemonės, skirtas reguliuoti atstumui tarp erdvinio pluošto moduliatoriaus (19) ir minėtos pluošto sąsmaukos;

- priemonės, skirtas judinti erdviniam pluošto moduliatoriui viena arba dviem kryptimis minėto objektyvo įvadinio lęšio ribose tarp minėto lazerio impulsų blyksnių;

- priemonės, skirtas judinti įrašymo medžiagai ir/arba erdviniam pluošto moduliatoriui sinchroniškai vienmačiu ir dvimačiu būdu vienas kito atžvilgiu;

be to, holografinė įrašymo medžiaga yra patalpinta šalia arba pačiame siauriausiame pluošto sąsmaukos taške.

6. Įrenginys pagal 5 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėtos

priemonės, skirtos erdviniam lazerio pluošto koherentiškumui reguliuoti, yra sudarytos iš lęšių matricos ir optinės sistemos, skirtos lazerio pluošto, krentančio ant tokios lęšių matricos ir einančio per ją, skersmeniui reguliuoti.

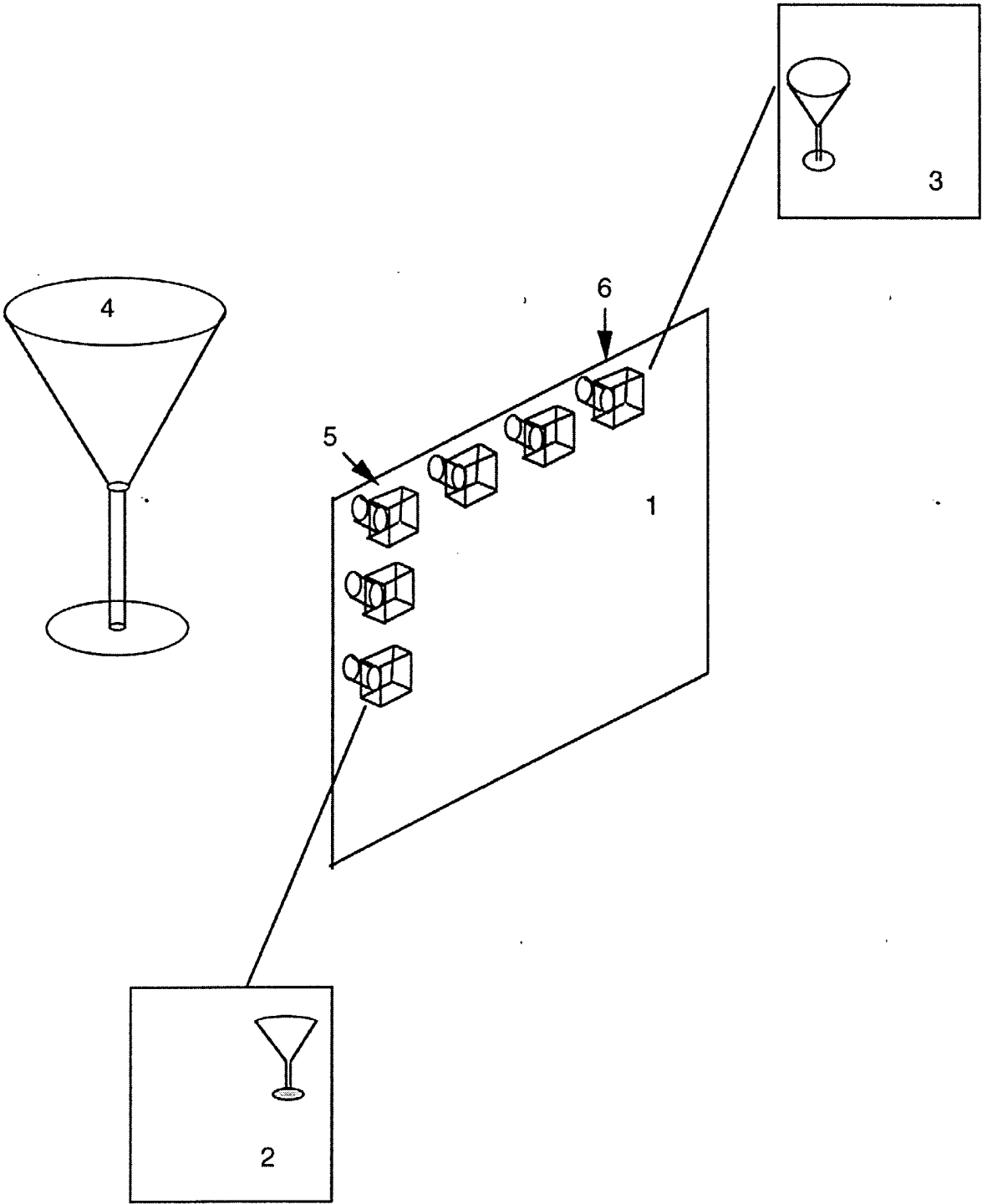


Fig. 1

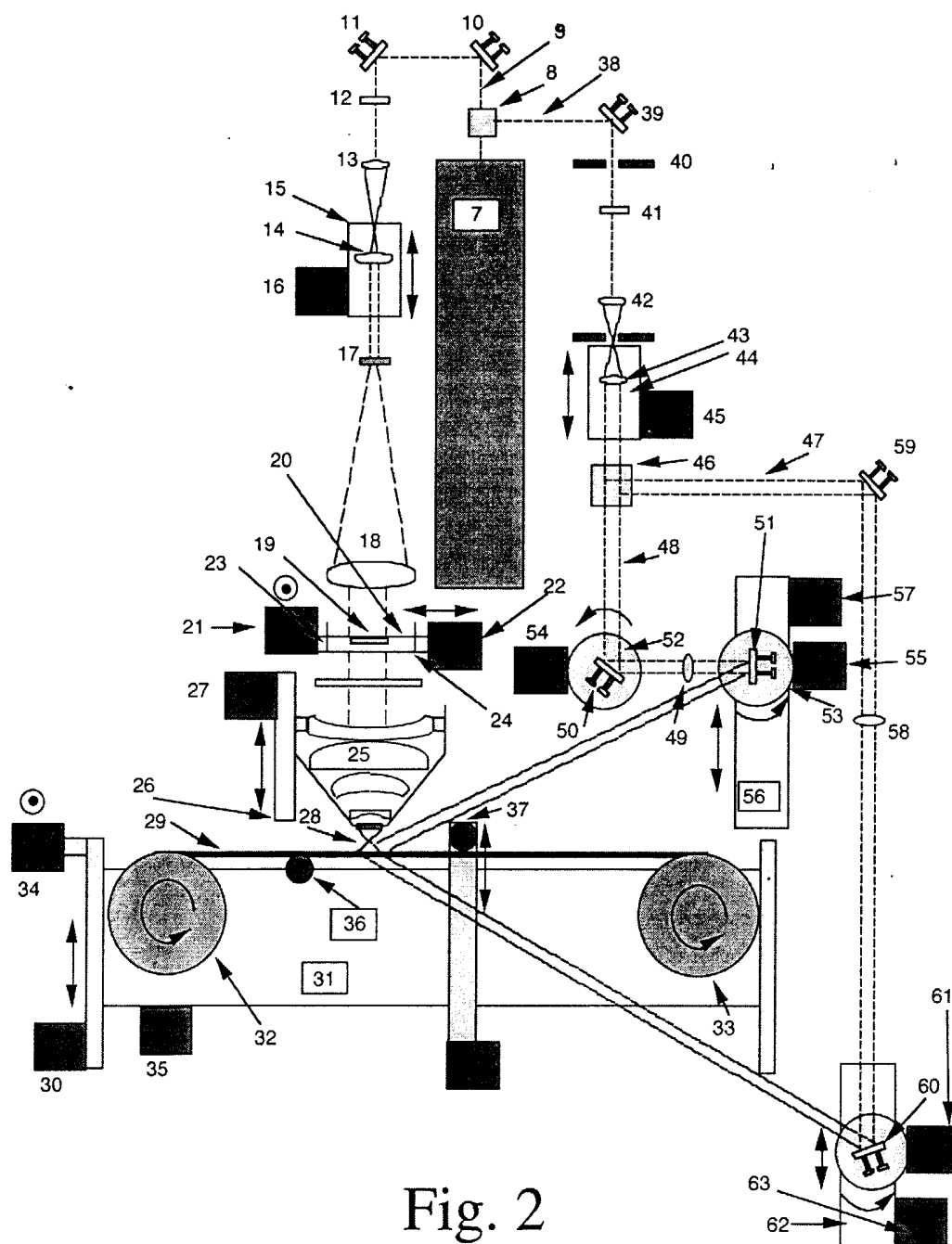


Fig. 2

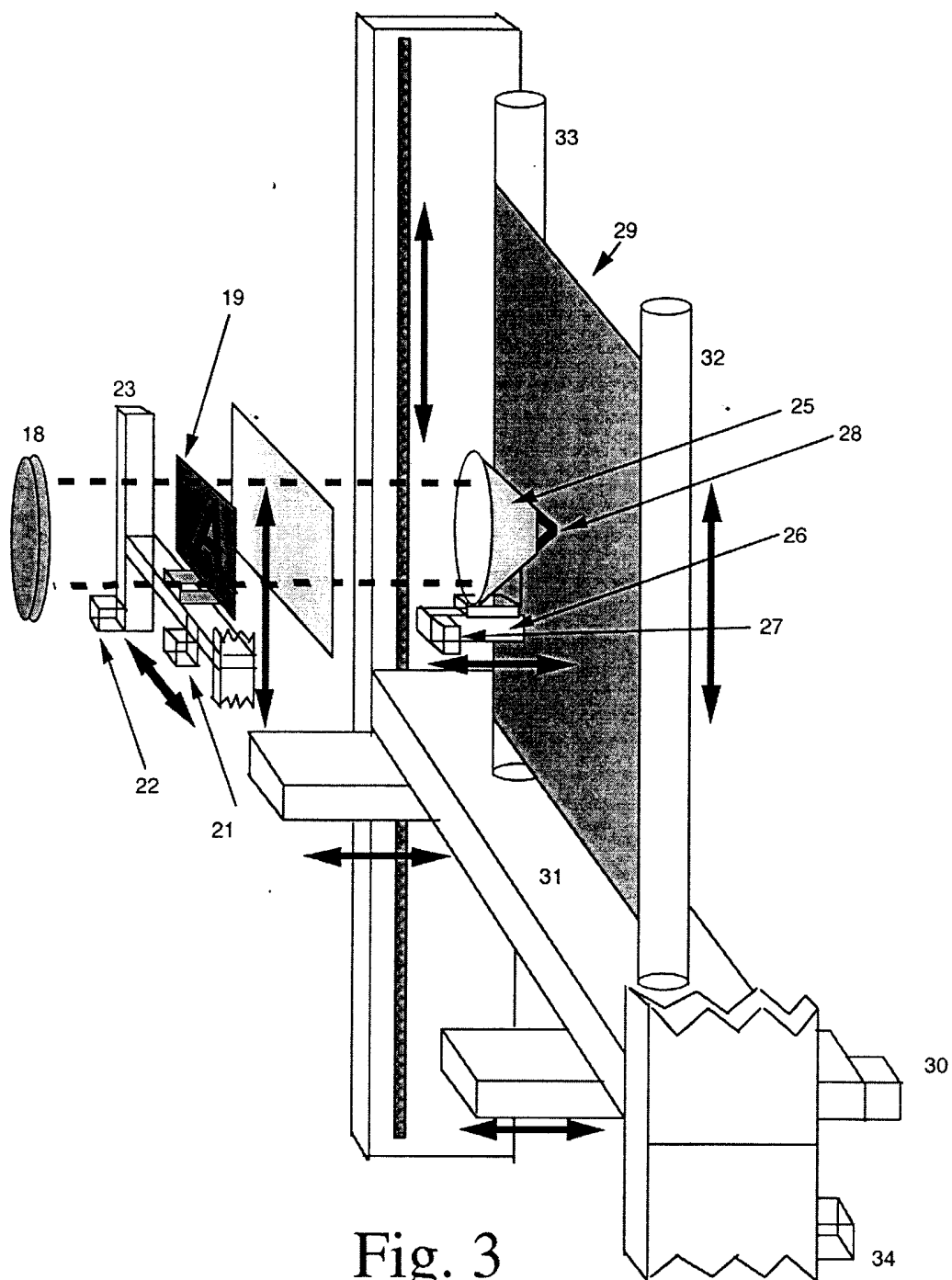


Fig. 3

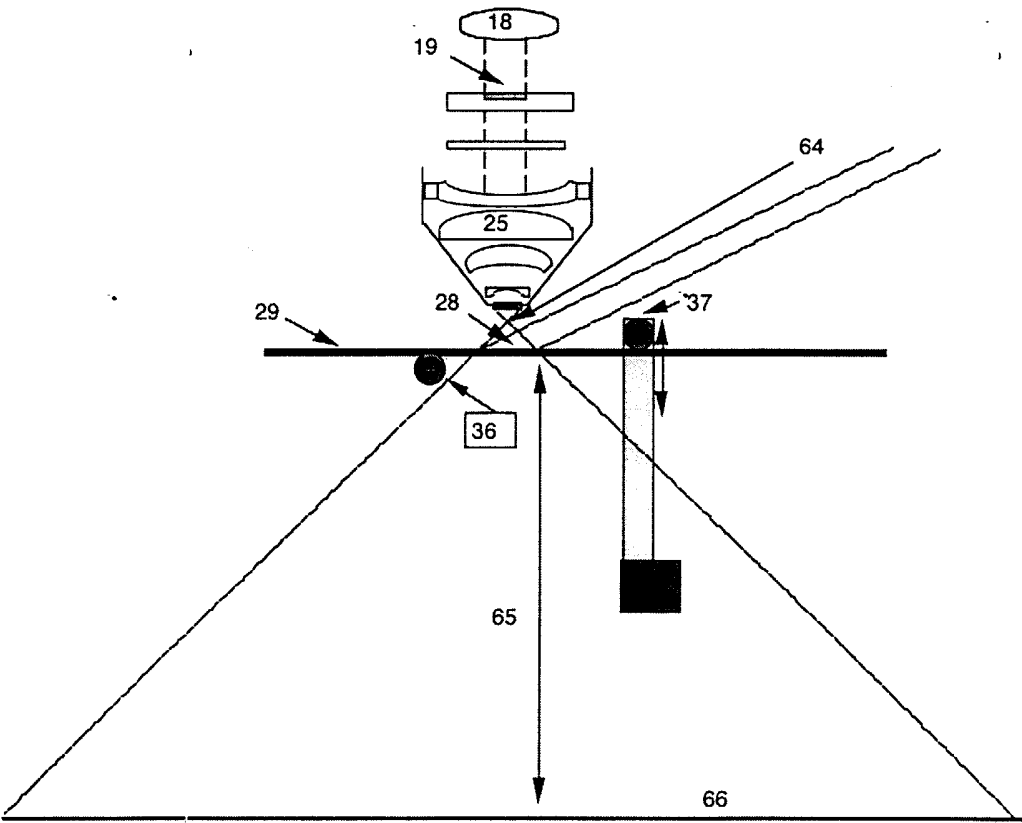


Fig. 4

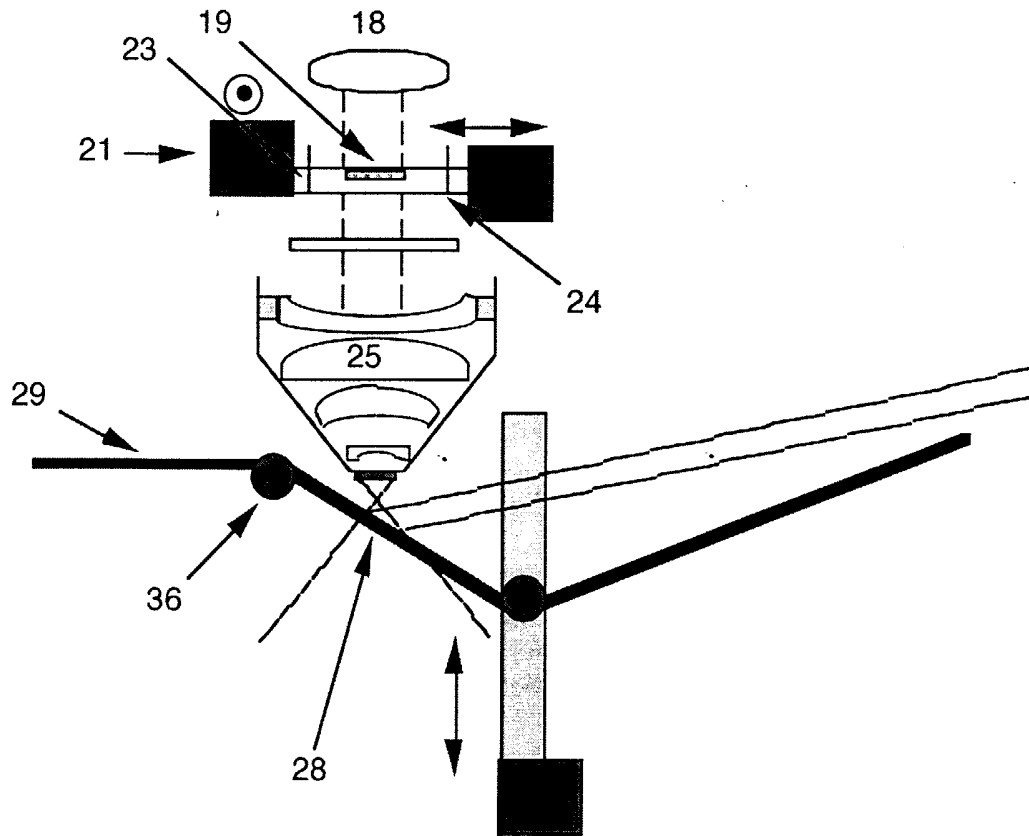


Fig. 5

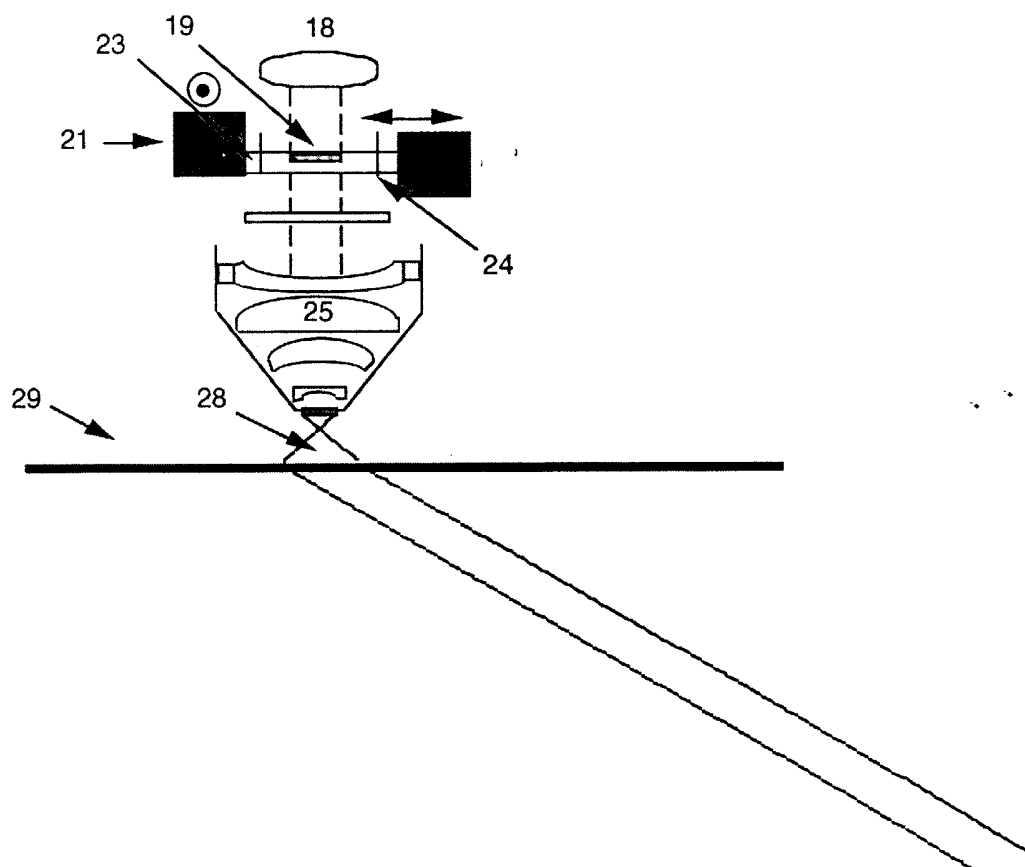


Fig. 6

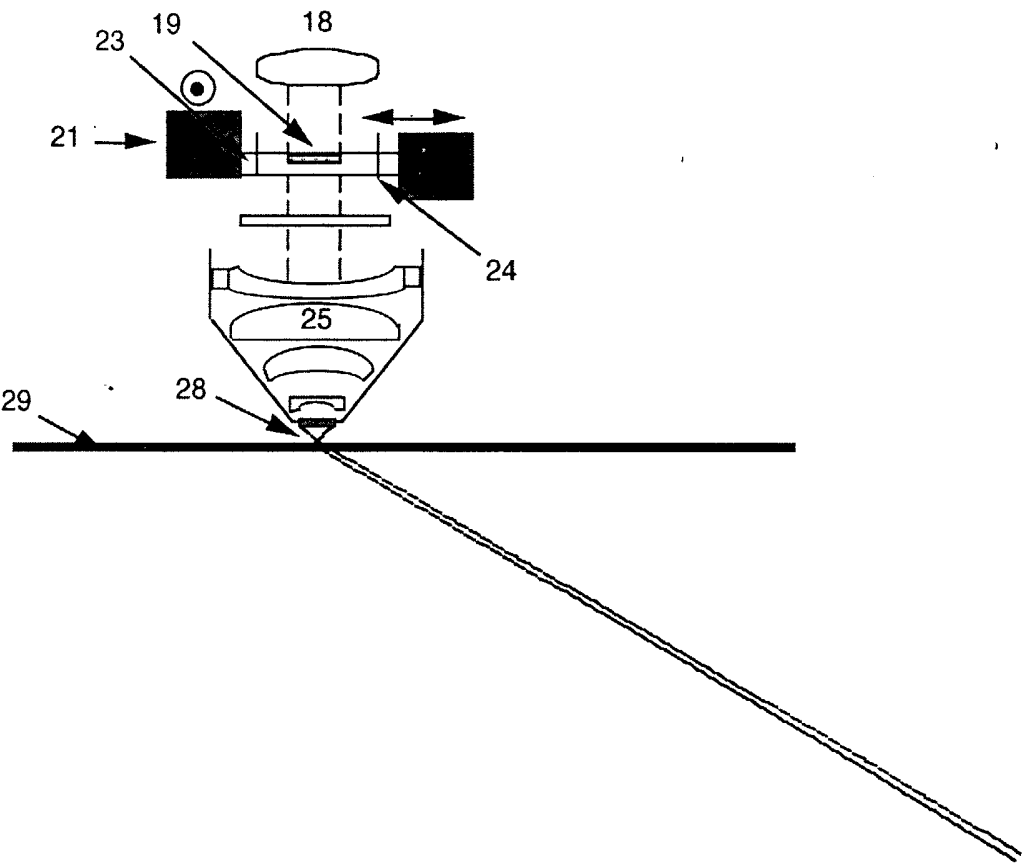


Fig. 7

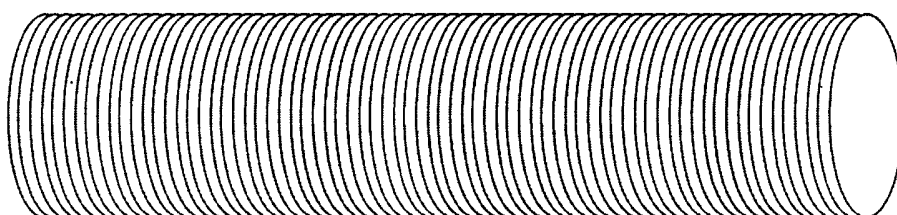
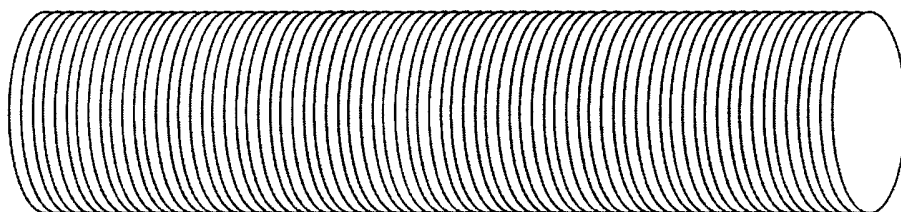
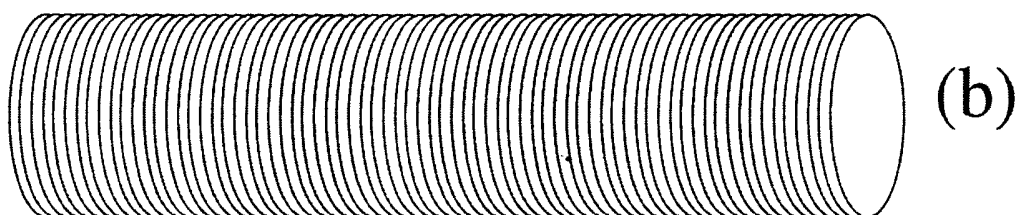
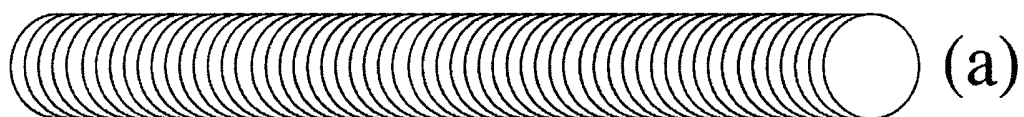


Fig. 8

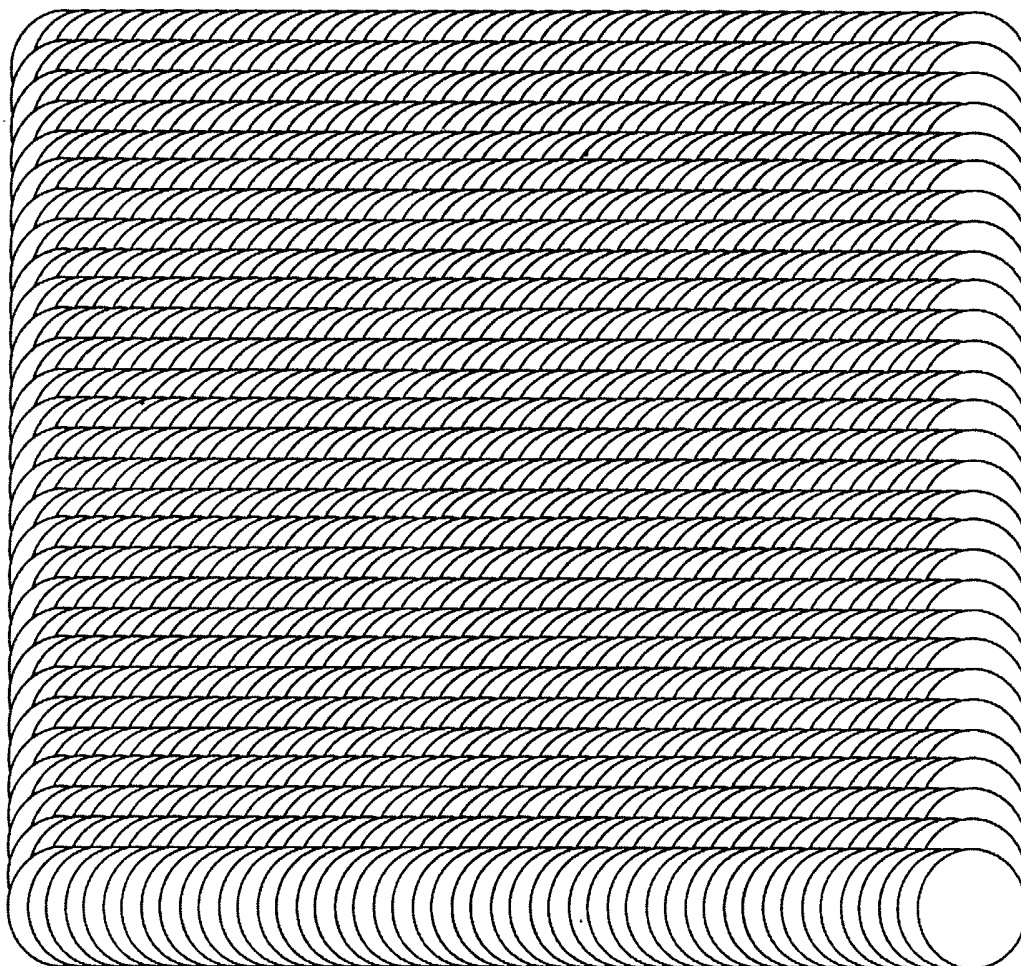


Fig. 9

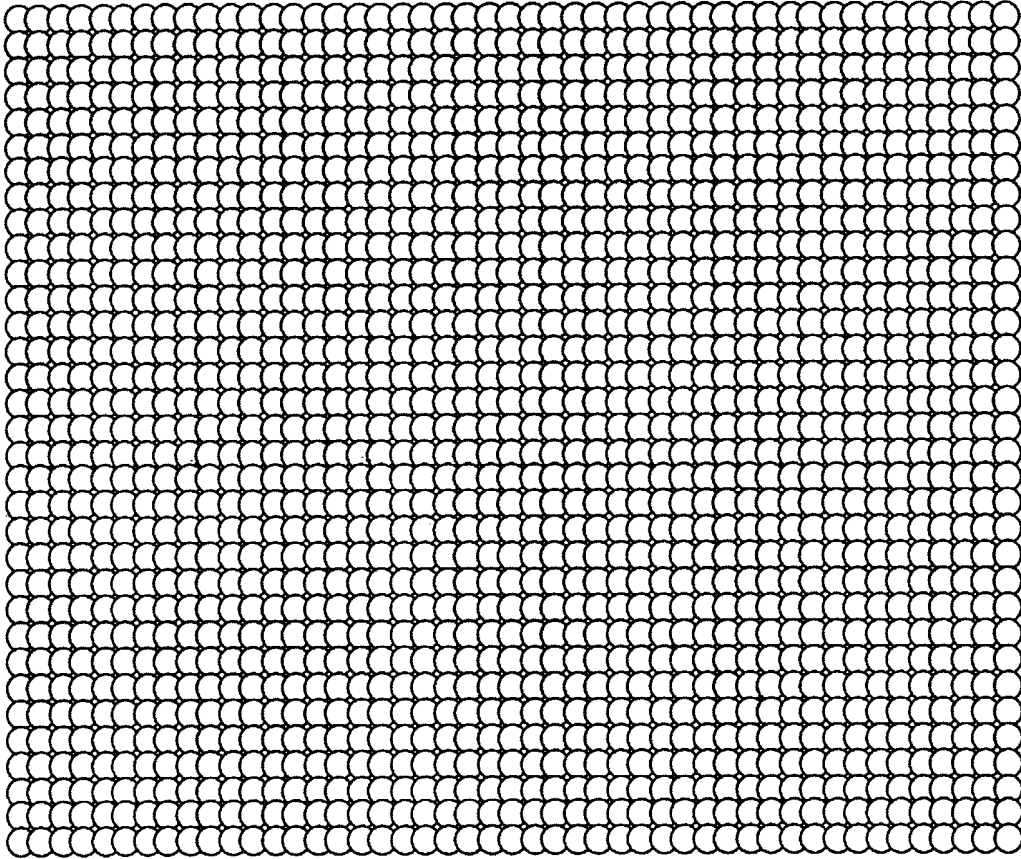


Fig. 10