

KÖZZÉTÉTEL
PÉLDÁNYKivonat

A találmány reflexiós típusú holografikus lemezhez alkalmazott újfajta kollineáris optikai fejet és egy kombinált multiplexelési eljárást ismertet. Az itt bemutatásra került 12f optikai rendszer három pár különböző 1, 6, 9 objektív párból áll. Egy ilyen objektív pár első tagja előállítja a tárgy (2 SLM) Fourier transzformáltját, a második tag pedig visszatranszformálja a tárgyat, így a kép mindig az objektív pár második tagjának hátsó fókuszsíkjaiban keletkezik. A rendszernek három, 14, 8 és 94 kitüntetett síkja van, konfokális elrendezésben. A beírt hologram a 8 középső kitüntetett sík közelében található. Ebben a 8 középső kitüntetett síkban helyezkedik el a reflexiós működést megvalósító 81 tükör, valamint a két 14 és 94 külső kitüntetett síkban speciális formájú és méretű térszűrők találhatók, melyeken keresztül ebben a két külső konfokális kitüntetett síkban a tárgy és a referencia nyalábok össze- ill. szétcsatolhatók. A 12f rendszerben a kombinált multiplexelést konfokális optikai elrendezéssel oldják meg, amely csökkenti a szomszédos hologramok közötti áthallást a nem megcímzett, de rekonstruált hologramokból származó tárgynyalábok kiszűrésével. A javasolt konfokális elrendezés használatával a hologramok sűrűbben helyezhetők el, mint ahogyan az a Bragg-kiválasztásból adódna.

Jellemző ábra: 4. ábra.

Optikai fej és multiplexelési eljárás reflexiós
holografikus adattároláshoz

12.06.



OPTIKAI FEJ ÉS MULTIPLEXELÉSI ELJÁRÁS REFLEXIÓS HOLOGRAFIKUS
ADATTÁROLÁSHOZ

5

A találmány reflexiós elrendezésű holografikus lemezhez alkalmazható újfajta kollineáris optikai fejet ír le, amely 0.5-2 mm vastag és 120 mm átmérőjű lemez alkalmazása esetén 200-800 Gbyte kapacitás elérésére ad lehetőséget. Az általunk bemutatásra kerülő rendszer és módszer a nagy kapacitást az eltolt („shifted”) és/vagy a fázismodulált referencia nyalábon alapuló, és/vagy a szkennelt referencia nyalábos és/vagy a szög szerinti és/vagy a konfokális holografikus multiplexelési eljárások és címzési technikák kombinálásával éri el. A párhuzamos kiolvasási technika és a diszk formátum nagy adatátviteli sebességet biztosít. A kombinált multiplexelést a rendszer egy konfokális optikai elrendezés segítségével éri el, amely a nem megcímzett de egyszerre kiolvasott hologramok kiszűrésével csökkenti a szomszédos hologramok közötti áthallást. A javasolt konfokális elrendezés használatával a hologramok sűrűbben helyezhetők el, mint ahogyan az a Bragg-feltételből adódna.

20

Előzmények

A holografikus adattároló rendszerekben a felépítéstől függően három vagy négy független optika csatorna található: az író és/vagy olvasó referencia nyalábok és az író és/vagy olvasó tárgynyalábok a térbeli fény modulátorral (SLM=Spatial Light Modulator) és a detektorral. Egy egyszerű laboratóriumi rendszerben ezek az optikai csatornák különböző optikai utakon haladnak keresztül, térben el vannak különítve egymástól: átlapolódás csak a tároló közegben történik. Ez nagy számú leképező objektívnek, tükörnek, prizmának a beállítását illetve nagy távolságok, és a különböző optikai csatornák egymástól független kezelését igényli. Az egymástól független utak érzékenyek a környezet rezgéseire. Ha csökkenteni akarjuk a rendszer méretét, az optikai elemek számát, akkor részben közös optikai utakat kell alkalmaznunk a független optikai csatornákhöz. Ennek érdekében megfelelően megtervezett optikai elemeket kell használnunk a független csatornák

35

összecsatolásához és szétcsatolásához a lézer után és a detektor előtt. Az összecsatolt nyalábok ugyanazon az optikai úton haladhatnak és ugyanazokat az objektíveket használhatják, így egy úgynevezett kollineáris elrendezést alkotnak. Az elrendezés érzéketlen a környezeti hatásokra, úgymint a rezgésre, légmozgásra, hőmérsékletváltozásra, stb. Következésképpen, egy gyakorlatban használható holografikus adattároló rendszernek kollineáris optikai elrendezést célszerű használnia. A többé-kevésbé párhuzamos referencia és tárgynyaláb összecsatolása és szétcsatolása egyaránt megoldható térbelileg, a polarizáció alapján vagy a nyalábok különböző konvergencia szögének kihasználásával (numerikus apertúra, NA).

A gyakorlati használhatóság szempontjából fontos, hogy reflexiós működésű adathordozót használjunk, amikor is az összes optikai elem a lemez ugyan azon oldalára van rendezve. Transzmissziós módon működő adathordozó esetén az optikai rendszer egyes részei a lemez ellentétes oldalán találhatók. Ebben az esetben két szervo szükséges a mindkét oldali optika számára, és/vagy nagy és nehéz mechanikai elemeket kell használnunk, hogy azok megtartsák az optikai elemeknek a lemez felületéhez és a lemez mindkét oldalán megtalálható sávokhoz viszonyított megfelelő helyzetét. Reflexiós működésű adathordozó esetén sokkal egyszerűbb szervok és kisebb mechanikai elemek fejleszthetők ki.

Az EP1065658-as szabadalomban a feltaláló egy kollineáris holografikus elrendezést használ polarizációs össze- és szétcsatolással, kombinálva a CD/DVD rendszerekben használatoshoz hasonló szervo rendszerrel. Ebben a megoldásban a többé-kevésbé párhuzamos referencia és tárgy hullámokat egyaránt két egymásra merőlegesen polarizált fél-kúpra osztják fel. Az egymásra merőlegesen polarizált fél-kúp referencia és tárgynyalábok összecsatolását és szétcsatolását ötletes polarizáció forgató elemek és polarizáció-érzékeny nyalábosztók használatával oldják meg. Az optikai elrendezéstől és a rögzítő anyag érzékenységétől függően a merőlegesen polarizált nyalábok kettő vagy több mikro-hologramot hoznak létre. Geometriai optikai szempontból ez a legalább két mikro-hologram egymás mellett foglal helyet, de a referencia hullámok és tárgy hullámok diffrakciója miatt ez a kettő vagy több hologram egymással, valamint az ellentétesen polarizált referencia nyalábbal is átlapolódik. Ez az átlapolódás a kiolvasás során nemkívánatos szellem képeket okoz és csökkenti a kiolvasott kép

jel-zaj viszonyát (SNR). Következésképp, az EP1065658-as szabadalomban bemutatott polarizációs kollineáris holografikus optikai elrendezés használatakor nehézséget jelent a nemkívánatos szellemképek kiszűrése. Találmányunkban mi egy új megoldást dolgoztunk ki a direkt és a reflektált referencia nyalábok által okozott szellemképek elkerülésére.

Hasznos ötlet a jól ismert CD/DVD rendszerekben használt szervokhoz hasonló szervok használata a holografikus memóriákban. Ezekben a digitális optikai tároló rendszerekben a lemez felület „egy pontjának” a megírása és kiolvasása csak három szabadsági fokú szervokkal történik. A holografikus adattárolásban az információ háromdimenziós térfogatban tárolódik, ami hat szabadsági fokú szervot igényel. Ez azt jelenti, hogy íráshoz és olvasáshoz a referencia nyalábot hat szabadsági fok függvényében kell beállítani: a holografikus tároláshoz tehát nem elég a jól ismert sávkövető és fókusz követő szerv használata. Az optikai rendszertől függően, a referencia és/vagy tárgynyaláb nagy numerikus apertúrája következtében további szervokat kell alkalmaznunk a lemez vagy a referencia nyaláb elfordulásának kompenzációjához. Az EP1065658-as szabadalomban nincs megoldás az elfordulás által okozott hibák kompenzálására.

Egy holografikus rendszerben tárgy-kép kapcsolat van az SLM és a detektormátrix között, és a közöttük lévő távolság véges. A „Blue Ray” és CD/DVD rendszerekben a fókuszáló objektív „sík hullámmal” van megvilágítva, így a tárgy és a kép végtelen távol vannak egymástól, amit végtelenre konjugált leképezésnek hívunk. Ebben az esetben az objektívnek a fókusz hiba kompenzálása során történő tengely menti elmozdulása nem okozza a leképezett fókuszolt elmosódását. Holografikus rendszerben az egyszerű CD-szerű szerv elmosódást fog okozni a véges tárgy/kép távolság miatt. Az EP1065658-as szabadalomban nincs megoldás a fókuszálás során mozgó objektív által okozott elmosódottságra. Találmányunkban javaslatot teszünk egy technikailag kivitelezhető megoldásra a holografikus tároló rendszerekben található leképező objektív mozgásának kompenzálásához.

A találmány leírása

Találmányunkban bemutatunk egy kollineáris optikai elrendezést, reflexiós működésű térfogati adathordozókba történő hologramok beíráshoz és kiolvasáshoz.

5 Az író olvasó fej tartalmaz egy optikai rendszert hologramok beírásához, mely rendszer létrehozza a referencia és tárgy hullámokat, továbbítja ezeket az adathordozóig, valamint előállítja a referencia nyalábot a hologram rekonstrukciójához és így az információ kinyeréséhez az adathordozóból. Az optikai rendszer egy 12f reflexiós működésű rendszer, amely három pár különböző

10 objektívból áll. Az objektív párok mindegyikében az első tag előállítja a tárgy (SLM) Fourier transzformáltját, amely visszatranszformálódik a második tag után, így a tárgy képe mindig az objektív pár második tagjának hátsó fókusz síkjában keletkezik. Az egész 12f rendszernek három kitüntetett síkja van konfokális elrendezésben, és a hologramok a középső kitüntetett sík közelében íródnak. Ezekben a kitüntetett

15 síkokban alakul ki a tárgy (SLM) Fourier transzformáltja. A középső kitüntetett síkban egy tükör található, amely a reflexiós módban való működést valósítja meg. A reflexiós 12f rendszer optikai tengelye merőleges a középső kitüntetett síkban elhelyezett lemez tükrének síkjára. A két külső kitüntetett síkban speciális formájú és méretű térszűrők találhatók, valamint a referencia és tárgynyalábok összeadás és/vagy szétválasztása is a két külső kitüntetett síkban történik. A reflexiós kollineáris

20 12f optikai rendszer lehetővé teszi kombinált multiplexelési technikák alkalmazását, úgymint: az eltolás és/vagy a fázis modulált referencia, és/vagy a szkennelt referencia és/vagy a szög és/vagy a konfokális multiplexelési technikák. A kombinált multiplexelés megvalósítását a rendszer egy konfokális optikai elrendezés

25 segítségével éri el, amely a nem megcímezett de kiolvasott hologramok kiszűrésével csökkenti a szomszédos hologramok közötti áthallást. A javasolt konfokális elrendezés használatával a hologramok sűrűbben helyezhetők el, mint ahogyan az a Bragg-feltételből adódna. A nem megcímezett hologramokból érkező nyalábok a Fourier síkban (egy külső kitüntetett síkban) térben szétválnak a megcímezett

30 hologramoktól. A megcímezett hologram és a térszűrő egy konfokális optikai rendszerben van elrendezve (tárgy-kép kapcsolatot alkotnak). A hordozó anyag minden egyes pontjában számos hologramot multiplexelnek össze jó Bragg

szelekciós értékkel. A kiolvasási eljárás során a hologram címzése (kiválasztása) a Bragg szelekcióval és konfokális szűréssel együttesen történik.

Az ábrák rövid leírása

5

Az 1. ábrán a 12f típusú reflexiós rendszer tárgynyalábra vonatkozó optikai elrendezése látható, a lézertől a detektorig. Az 1. ábrán a referencia nyaláb nincs feltüntetve. A bejövő adatot transzmissziós SLM-el kódolják a tárgynyaládba.

10

A 2. ábrán látható, hogy a referencia nyaláb a tárgynyaláb első Fourier síkjában csatolódik a tárgynyalábhoz, a harmadik Fourier síkban pedig a nyalábok szétcsatolódnak. A referencia nyaláb vagy nyalábok össze- és szétcsatolása egy polarizációs nyalábosztó és egy $\lambda/4$ -es lemez segítségével történik.

15

A 3. ábrán a 12f típusú reflexiós rendszer tárgynyalábra vonatkozó optikai elrendezésének egy másik megoldása látható, a lézertől a detektorig. A bemenő adatot egy reflexiós SLM-el kódolják a tárgynyaládba.

A 4. ábrán a 12f típusú reflexiós rendszer tárgynyalábra vonatkozó optikai elrendezése látható, az SLM-től a detektorig. Az 4. ábrán a referencia nyaláb nincs feltüntetve. A bemenő adatot transzmissziós vagy reflexiós SLM-el írják be.

20

Az 5. ábrán a reflexiós típusú 12f rendszer referencia nyalábra vonatkozó optikai elrendezése látható. A referencia nyaláb a tárgynyaláb első Fourier síkjában kerül össze- és szétcsatolásra, a harmadik Fourier síkban pedig szétcsatolásra.

25

A 6. ábrán egy fél-kúp alakú referencia nyaláb csúcspontjának valamint a tárgynyaláb Fourier transzformáltjának a 12f optikai rendszer Fourier síkjában való elhelyezkedése látható. Ez az elhelyezkedés teszi lehetővé a tárgy és referencia nyaláb össze- és szétcsatolását a konfokális Fourier síkokban.

30

A 7. ábrán a tárgynyaláb első és harmadik Fourier síkjában alkalmazott térszűrők (vagy konfokális szűrők) alakja látható. A speciális alak lehetővé teszi a tárgy és referencia nyaláboknak az össze- és szétcsatolását a 12f optikai rendszer első és harmadik Fourier síkjában. Ebben az elrendezésben a referencia nyalábok nagy numerikus apertúrájú fókuszált fél-kúpok.

A 8. ábrán nagy numerikus apertúrájú referencia fél-kúpok egydimenziós sorozatának előállításra használt elrendezés látható.

A 9. ábrán a tárgy és referencia nyaláb sematikus elhelyezkedése látható kombinált eltolásos és fázismódulált referenciás multiplexelés esetén. A nyaláb

elhelyezkedése ugyan az szkennelt referencia és eltolt referenciás multiplexelés esetén is.

A 10. ábrán a referencia nyaláb kúpja látható. A kúp két fél-kúpból áll, a direkt és a reflektált fényből, melyek ellentétes irányba terjedő referencia nyaláboknak felelnek meg az egyes fél-kúpokban.

A 11. ábrán a felhasználható tárgynyaláb SLM pixelek láthatók az eltolásos multiplexelést alkalmazó kollineáris optikai rendszer tárgy és képsíkjaiban. A jó Bragg szelektivitás érdekében egy tiltott terület található a tárgymező közepén.

A 12. ábrán a tárgy és referencia síkhullámok elhelyezkedése látható konfokális szűrőssel kombinált fázismodulált referencia és/vagy szkennelt referencia multiplexelés és esetében.

A 13. ábrán a tárgy és referencia síkhullám kinagyított képe látható kombinált multiplexelés esetén.

A találmány kivitelezésének lehetséges módjai

Az 1. ábrán a 12f típusú reflexiós rendszer tárgynyalábra vonatkozó optikai elrendezése látható, a lézertől a detektorig. Az 1. ábrán a referencia nyaláb nincs feltüntetve. A bejövő adatokat transzmissziós SLM-el írják be.. Más elrendezésben használhatunk reflexiós SLM-et, és/vagy amplitúdó vagy fázis SLM-et az adatok bevitelére.

Az 1. ábra főbb elemei: 1 Első Fourier objektív pár: beíró nagy fókusz távolságú képáttevő objektív; 2 SLM (**S**patial **L**ight **M**odulator); 4 középső képsík (ez a nagy numerikus apertúrájú Fourier objektívvel együtt mozog); 5 hullámhossz szelektív nyalábosztó a szervo jel össze- ill. szétcsatolásához; 6 második Fourier objektív pár (összehajtogatott objektív pár, nagy numerikus apertúrájú objektív lencse); 8 lemez (tároló közeg); 9 harmadik Fourier objektív pár (nagy fókusz távolságú olvasó képáttevő objektív); 10 detektor mátrix; 13 a beíráshoz alkalmazott képáttevő objektív lencséi; 14 első Fourier sík, a beíró Fourier szűrővel; 15 változtatható fókusz távolságú inverz Fourier objektív; 16 folyadékkristályos (LC) lencse; 17 $\lambda/4$ -es fáziskésleltető lemez; 21 lézerdióda; 22 lézerdióda kollimátor; 31 az író és olvasó nyalábok szétválasztására használt polarizációs nyalábosztó (össze- ill. szétcsatoló prizma); 50 CD/DVD típusú fókusz és track szervo optika; 93 az olvasó

képáttevő objektív lencsái; 94 Harmadik Fourier sík; 95 kiolvasott tárgynyaláb Fourier szűrővel (konfokális szűrővel); 96 A lemezdöntöttséget korrigáló és a referencia szervó optikája;

A 15 változtatható fókusz távolságú inverz Fourier objektív a 16 LC lencsével közös alkotórésze az 1 beíró nagy fókusz távolságú képáttevő objektívnek és a 9 nagy fókusz távolságú olvasó képáttevő objektívnek.

A kollineáris 12f optikai elrendezésben az 1 első Fourier objektív pár első fókusz síkjában helyezkedik el az adatok beírásához használt 2 SLM. Az 1 első Fourier objektív pár közös fókusz síkjában (14 első Fourier sík) egy speciális alakú térszűrő apertúra található. Az apertúra levágja a 2 SLM Fourier transzformáltjának magasabb térfrekvenciás komponenseit, és a 141 apertúra speciális alakja lehetővé teszi a tárgy és referenciahullámoknak az összezsugorolását és/vagy szétcsatolását is. Az első objektív pár hátsó fókusz síkjában megjelenik az SLM térbeli alul áteresztő szűrővel megszürt képe, mely szűrés megnöveli az adatsűrűséget.

A 6 második Fourier objektív pár első tagjának első fókusz síkja egybeesik az 1 első Fourier objektív pár második tagjának utolsó fókusz síkjával, és ebben a síkban található a 2 SLM alul áteresztő szűrővel megszürt képe is. Ez a 4 középső képsík. Ezt a 4 középső képsíkot a 6 második Fourier objektív pár első tagja Fourier transzformálja a két objektív közös fókusz síkjába. Ez a második Fourier sík. A 6 második Fourier objektív pár egy összehajtogatott objektív, és a második összehajtogatott Fourier objektív párnak a belső Fourier síkjában (a második Fourier síkban) található a 8 reflektáló hordozó 81 tükre. Az adathordozó a 6 második Fourier objektív pár közös fókusz síkjában vagy annak közelében található, ahol a tárgy és referencia nyaláb vagy nyalábok keresztezik egymást.

A 9 harmadik Fourier objektív pár első fókusz síkja egybeesik a második Fourier objektív pár hátsó fókusz síkjával, ahol is az SLM térben megszürt képe található. A képet a 9 harmadik Fourier objektív pár tovább Fourier transzformálja az objektív párok közös belső fókusz síkjába, ahol a második különleges alakú 94 térszűrő található. A 9 harmadik Fourier objektív pár 93 második eleme ismét előállítja az SLM megszürt képét az egész rendszer hátsó fókusz síkjába, ahol a 10 detektor mátrix található.

Az első Fourier sík (1 első Fourier objektív pár belső, közös fókusz síkja) leképeződik a 6 második Fourier objektív pár belső közös fókusz síkjába, ahonnan

újra leképeződik a 9 harmadik Fourier objektív pár belső közös fókusz síkjába, azaz a három belső fókusz sík (Fourier sík) egymás képei. Más szavakkal, a Fourier síkok konfokálisan vannak elrendezve.

A szervo jelek előállításához a tárgy és a referencia hullámétől jelentősen különböző hullámhosszú fényt kell használnunk az ezektől való minél jobb elkülönülés érdekében. Miután ezt általában hosszabb hullámhosszakkal oldják meg, a szervo jelekre ezek után „vörös” nyalábokként fogunk hivatkozni. Ennek megfelelően a tárgy és referencia nyalábokra „kék”-ként fogunk hivatkozni. A 12f optikai rendszerben a második Fourier objektív pár előtt található még egy hullámhossz szelektív nyalábosztó a szervo jelek össze- és szétcsatolásához. Az 50 standard CD/DVD típusú szervo optikából kilépő vörös szervo nyalábok visszaverődnek a hullámhossz szelektív prizma osztó felületén, a kék nyalábok viszont keresztülhaladnak rajta. A vörös szervo jelek használatával a fókuszhiba és a track-hiba mérése a CD/DVD típusú lemezekhez hasonlóan történhet. A fókuszhiba kompenzálásakor a 4 középső képsík együtt mozog a nagy numerikus apertúrájú 6 második Fourier objektív párral, ami fókusztávolsági hibát okoz a 10 detektorsoron. Ennek elkerülése érdekében a 15 változtatható fókusztávolságú inverz Fourier objektív kompenzálja a 4 középső képsík mozgásait. A 15 változtatható fókusztávolságú inverz Fourier objektívnek elektromosan szabályozható eleme egy 16 LC lencse (folyadék kristály, Liquid Crystal, LC). A 16 LC lencse a fókusztávolságú szervo rendszer ún. „hangszóró tekercse” (az ábrán nincs jelölve) árama mérésével kapja a működéséhez szükséges jeleket. A 15 változtatható fókusztávolságú inverz Fourier objektívvel a 2 SLM éles képe hozható létre a 4 középső képsíkban, következésképpen éles képet kapunk a 10 detektor mátrixon.

A 2 SLM egyaránt lehet amplitúdó vagy fázis modulációs SLM. Az általunk javasolt 12f rendszer alkalmas a fázismodulált jelek beírására, tárolására is. Az eljárás során, beírásnál, a tárgynyalábot nulla, vagy π fáziskésést okozó bináris pixelekkal moduláljuk. A fázismodulált jelek kiolvasása speciális technikát igényel. Ehhez az információ kiolvasása során, egy fázistoló elemet kell elhelyezni a 94 harmadik Fourier síkban, amely megfelelő fázistolást visz be a tárgynyaláb Fourier transzformáltjának nullad rendű komponensébe. Így a tárgynyalábban meglévő fázisinformáció már detektálható intenzitás eloszlássá alakítható át a detektor felületén, hasonlóan a jól ismert fázis-kontraszt mikroszkópiánál alkalmazott elvhez.

A 2. ábrán látható, hogyan csatolódik össze a tárgy és a referencia nyaláb a tárgynyaláb 14 első Fourier síkjában, és hogyan csatolódnak szét a 94 harmadik Fourier síkban. A lézerből (nincs feltüntetve) érkező referencia nyaláb vagy nyalábok keresztülhaladnak egy 37 nyalábformáló optikán és egy 31 polarizációs nyalábosztón (PBS). (A 37 nyalábformáló optika a 2. ábrán csak sematikus van berajzolva, részletesebben lásd a 8. ábrát.) A 31 PBS visszaveri a 33 referencia nyalábot vagy nyalábokat a 14 olvasó Fourier szűrő 141 hátoldala felé. Ez a szűrő két célt szolgál. Egyrészt egy átlátszatlan maszk használatával alul áteresztő szűrőként működik a beírás során. Másrészt a 141 hátoldalon speciális alakú tükröző felület van kialakítva, mely közvetlenül érintkezik a 34 $\lambda/4$ -es lemezzel. A 35 referencia nyaláb vagy nyalábok visszaverődnek a 14 Fourier szűrő tükröző hátoldaláról. A 35 referencia nyaláb vagy nyalábok a 14 Fourier szűrőtől a lemezig és a 94 kiolvasó Fourier szűrőn át ugyan azokon az optikai elemeken haladnak keresztül, mint a tárgynyalábok. A tárgy és referencia nyalábok tehát kollineáris módon haladnak a közös úton keresztül. A 94 kiolvasó Fourier szűrő megállítja a 36 visszavert referencia nyalábot vagy nyalábokat. A kiolvasó Fourier szűrő mögött egy speciális detektor mátrix és/vagy egy Shack-Hartman érzékelő található a 36 reflektált referencia nyalábok pozíciójának meghatározásához. Ebből a pozíciónak megfeleltethető jelből a lemez kibillentésének mértéke meghatározható, ami szükséges feltétel a kibillentés kompenzációjához.

Az alkalmazott multiplexelési eljárástól függően a 32 referencia nyaláb lehet gömb vagy sík hullám. Eltolás multiplexelés esetén gömbszimmetrikus referencia nyalábot kell használnunk a megfelelő Bragg szelektivitás eléréséhez. A fázis-konjugált rekonstrukció során keletkezett szellem képek elkerülésére 321 és 322 fél-kúp alakú referencia gömbhullámokat alkalmazunk (lásd a 10. ábrát). A gömbmetszet alakú referencia nyaláb fókuszpontja a lemezen található 81 tükör felszínén van. A beeső 321 fél-kúp nyaláb és a 322 reflektált fél-kúp nyaláb együtt egy teljes kúpot formál, fázis-konjugált rekonstrukció nélkül, ami így nem zavarja a tárolt adat kiolvasását. Más típusú multiplexelési technikáknál gömbszimmetrikus és sík hullámok egyaránt használhatóak.

A 3. ábrán a 12f reflexiós típusú optikai elrendezés egy másik összeállítása látható. A tárgynyalábok útja a 2 SLM-től a 10 detektor mátrixig van feltüntetve. A 1. és a 3. ábrák felépítése közötti lényeges különbségek a következők. A 3. ábrán a

reflexiós típusú 24 SLM írja az adatokat a tárgynyalábba a 24 polarizációs nyalábosztón és a 25 $\lambda/4$ -es lemezen keresztül. Az 1 első Fourier objektív pár (beíró nagy fókusztávolságú képáttevő objektív) és a 9 harmadik Fourier objektív pár (olvasó nagy fókusztávolságú képáttevő objektív) minden eleme ugyan az, mint a 3. ábrán. Az 1. ábrán az íráshoz és az olvasáshoz alkalmazott nagy fókusztávolságú objektíveknek csak kisebb részük egyezik meg. A tárgy és a referencia nyaláb közös útja a 3. ábrán hosszabb, mint az 1. ábrán. A tárgy és referencia nyalábokat a 38 polarizációs nyalábosztóval csatoljuk össze ill. szét, míg a beíráshoz használt tárgynyalábokat a kiolvasott jeltől a 39 polarizációs nyalábosztó választja el. A 3. ábra elrendezése kevésbé érzékeny a zavarokra, légmozgásra, stb., de az 1. ábrán látható elrendezéssel különböző nagyítást tudunk létrehozni a 2 SLM és a 10 detektormátrix között.

A 4. ábrán a 12f reflexiós típusú összehajtogatott rendszer tárgynyalábra vonatkozó optikai elrendezése látható az SLM-től a detektor mátrixig. Az alkalmazott 2 SLM típusától függően a 27/A vagy 27/B megvilágító nyalábok egyike keresztülmegy a 11 polarizációs nyalábosztón és a 28 $\lambda/4$ -es lemezen, vagy megvilágítja a 2 SLM-et közvetlenül. A 4. ábrán nem látható a referencia nyaláb. A bemenő adatot transzmissziós vagy reflexiós 2 SLM-el írják be. A 11 polarizációs osztóprizmán keresztül az íráskor használt összehajtogatott képáttevő objektív lényegében torzításmentes, valós képét hoz létre az SLM-nek a 4 középső képsíkban. Az egy vagy több szférikus vagy aszférikus lencséből álló 6 második Fourier objektív pár a 8 adathordozó tükröző felületén létrehozza a 2 SLM valós képének Fourier transzformáltját. A hologram rekonstrukciója során a kiolvasott jel a 8 adathordozó 81 tükröző felületéről visszaverődve az íráó/olvasó 6 második Fourier objektív páron halad keresztül. A 2 SLM valós képe, azaz a rekonstruált adatjel a 4 középső képsíkban keletkezik. Az 51 $\lambda/4$ -es lemez a kiolvasott nyaláb polarizációs állapotát a beíró nyaláb polarizációjára merőleges lineárisan polarizáltra állítja, amely így a 3 polarizációs osztóprizmán keresztül eléri a 9 olvasó összehajtogatott képáttevő objektívet. A kiolvasott képet így a 9 olvasó összehajtogatott képáttevő objektív a 10 detektor mátrix felületére képezi.

Az 1 összehajtogatott beíró képáttevő objektív a 11 polarizációs osztóprizmából, a 12 $\lambda/4$ -es lemezből, a 13 lencséből és a 14 reflexiós térszűrőből áll. A 14 reflexiós térszűrő síkjában a 13 lencsék a 2 SLM Fourier transzformáltját

állítják elő. A 14 reflexiós térszűrő egy megfelelő méretű és alakú apertúrával ellátott tükör. A 9 összehajtogatott képáttevő objektív egy 91 polarizációs osztóprizmából, 92 $\lambda/4$ -es lemezből, 93 lencséből és egy 94 reflexiós térszűrőből áll. A 93 lencsék a 94 reflexiós térszűrő síkjában hozzák létre a 4 középső képsík Fourier transzformáltját.

5 A 94 reflexiós térszűrő egy megfelelő méretű és alakú apertúrával ellátott tükör, a megcímzett (kiolvasott) hologrammal konfokálisan elhelyezve.

A 6. ábrán látható a 100 tárgynyaláb és a 101 referencia nyaláb helyzete a 8 tároló közeg 81 tükröző felületén. Az ábrán látható, hogy a 100 tárgynyaláb és a 101 referencia nyaláb teljesen külön van választva a Fourier síkban. Így a tárgy és

10 referencia nyalábok között megoldható a részleges átfedés bármelyik nyaláb lényeges megzavarása nélkül.

A 7. ábrán a 14 első Fourier sík látható. Itt csatolódik össze a 101 referencia nyaláb és a 100 tárgynyaláb a 141 beíró Fourier tükör segítségével. Ennek a tükörnek speciális alakja van: a tükör apertúrájának átlója mentén, annak két

15 ellentétes oldalán található két 141, 142 nem visszaverő, átlátszó, téglalap alakú terület a referencia nyaláb össze csatolásához. A 141 beíró Fourier tükör kör formája alul áteresztő szűrőként megszűri a tárgynyalábot, bizonyos Fourier összetevők levágásával. A 101 referencia nyaláb keresztül megy a 141, 142 nem visszaverő területeken, a 100 tárgynyaláb pedig visszaverődik a 141 beíró Fourier tükrön. A 141

20 beíró Fourier tükrön méretének, a 142, 143 téglalap alakú területek hosszának, valamint a referencia fókuszpontok által meghatározott vonal hosszának megfelelő megválasztásával optimalizálható a teljes rendszer tároló kapacitása. A nyalábok elhelyezkedése az első, második és harmadik Fourier síkban hasonló a korábban leírtakhoz, amint az a 7. ábrán látható.

A 8. ábrán a nagy numerikus apertúrájú fél-kúp referenciákból álló

25 egydimenziós referenciasorozat előállításához használható elrendezés látható. A 6f lencserendszer három 372, 373 és 374 telecentrikus képáttevő objektívet tartalmaz. A 171 speciális diffrakciós ikernyaláb generátornak két része - 371/A és 371/B - formálja meg a félkör alakú nyalábokat. A 371 speciális diffrakciós nyaláb generátor

30 371/A felső része a fénynyalábnak csak a pozitív diffrakciós rendjeit diffraktálja, a nulla és a negatív rendeket pedig elnyomja. A 371/B alsó rész a fénynyalábnak csak a negatív rendjeit diffraktálja, a nulla és pozitív rendeket elnyomja. A diffraktált félkör alakú nyalábokból a 372 lencse fél-kúpalakú fókuszált nyalábokat formál. A 372

képáttevő objektív fókusz síkjában egy 375 fázis-modulációs SLM található. A 375 fázis-modulációs SLM 376 pixelei nulla vagy π radiánnal késleltetik a referencia fél-kúpok fázisát. Ezt a módszert fáziskódolásnak hívjuk. A 373 és 374 lencsék a 375 fázis-modulációs SLM éles képet a 14 első Fourier síkban hozzák létre. Ezzel a

5 referencia nyaláb generátorral megfelelő fáziskóddal rendelkező 101 referencia nyalábok sorozata állítható elő. A 14 első Fourier síkban található fél-kúp nyalábok fókuszfoltjai közötti távolságok a 373, 374 lencsék fókusz-távolságának megfelelő megválasztásával változtathatók.

A szkennelt referenciás multiplexelés esetén a 371/A és 371/B diffrakciós iker

10 nyaláb generátor helyet használhatunk folyadékkristályos nyaláb eltérítőt. A diffrakciós iker nyaláb generátor az optikával együtt nagy numerikus apertúájú fél-kúp referenciák sorozatát állítja elő, amíg a folyadékkristályos eltérítő a 372, 373 és 374 lencsékkel egyetlen nagy numerikus apertúájú fél-kúp referenciát hoz létre különböző helyzetekben. A folyadékkristályos eltérítővel a fél-kúpok csúcsai

15 mozgathatók a 101 referencia nyaláb vonala mentén.

A kombinált fáziskódolt és eltolásos multiplexelési valamint a kombinált szkennelt referenciás és eltolásos multiplexelési eljárások esetén egyaránt ki kell fejleszteni egy megfelelő stratégiát a hologramoknak a lemez felületéhez viszonyított léptetésére. A léptetési stratégia kidolgozása a Bragg diffrakció során nem megfelelő

20 mértékben elnyomott, szomszédos hologramokból rekonstruált tárgy hullámok átlapolódásának elkerüléséhez szükséges. A kiolvasás során alkalmazott konfokális szűrés használata tovább növelheti az azonos helyre multiplexelt hologramok számát. Ebben az esetben nem ortogonális (nem Bragg- szelektív) referencia nyalábokat is használhatunk, ha egy konfokális szűrővel szétválasztjuk a nem

25 átlapoló egyszerre rekonstruált tárgynyalábokat.

A 9. ábra sematikusan mutatja a kombinált multiplexelés módszerének alapötletét. A vastag vonalak a 100 tárgynyaláb Fourier síkjának a keresztmetszetét ábrázolják. A pontok a 101/A és 101/B referencia nyalábok fókuszfoltját ábrázolják a fókusz síkban. A valóságban ez az öt vonal ugyan azon a 81 tükör felszínen fekszik,

30 azaz nincsen közöttük mélységkülönbség (az öt vonalat csak a jobb érthetőség kedvéért rajzoltuk különböző mélységbe). A nyalábátmérő a Fourier síkban: d_{hol} .

Az 9 ábrán azt feltételeztük, hogy a hologram oldal irányú léptetésének L_{step} hossza egyharmada a 100 tárgynyaláb Fourier síkbeli átmérőjének. Vagyis az eltolás

következtében háromszoros átlapolódás történik, a módszerrel így az ábra szerinti kivitelben háromszoros eltolásos multiplexelést végeztünk. A 101/A és 101/B referencia nyalábok a 100 tárgynyaláb két oldalán helyezkednek el a Fourier síkban. L_{ref} a referencia nyalábok fókuszfoltjai által alkotott sorozat hossza. Ez egyenlő vagy kisebb, mint a léptetés hossza. A referenciák lehetséges számát e távolságon belül a Bregg szelektivitás értéke határozza meg. Két szomszédos referencia fókuszfolt közötti távolság a Bragg távolsággal (L_{Bragg}) egyenlő. A referencia nyalábok száma megegyezik a fáziskódolással multiplexelt hologramok számával, vagyis

$$N_{PHC}=2(L_{ref}/L_{Brag}).$$

A 101/A és 101/B referencia nyalábok elrendezésére két alternatíva lehetséges. Az egyik megoldás szerint a 101/A és 101/B referencia nyalábok egyidejűleg, párhuzamosan működnek. Ez az ún. iker referencia nyalábos módszer. Az iker referencia nyalábokat a tárgy és a referencia nyalábok közötti nagyobb átlapolódás érdekében alkalmazzuk. A 101/A és 101/B iker referencia nyalábok jó átlapolódást biztosítanak a tárgynyalábbal, annak mindkét oldalán. Egy másik összeállításban a 101/A és 101/B referencia nyalábok függetlenül működnek. Egy adott időben csak az egyik működik. A független 101/A és 101/B referenciák, valamint az olvasásnál alkalmazott konfokális szűrés használatával megduplázható a lehetséges multiplexelések száma.

Általánosságban elmondható, hogy kombinált módszer esetén a következő egyenlőségnek kell teljesülnie: $L_{step}=L_{ref}=d_{hol}/N_{SHT}$, ahol N_{SHT} az eltolás multiplexelések száma. A 11. ábráról látszik, hogy az első három hologram referencia nyalábja egymástól függetlenül írható. Azonban az első hologram jobboldalán található referencia nyalábok átlapolódnak a negyedik hologram baloldalán található referencia nyalábokkal. Ez azt jelenti, hogy az első hologram kiolvasása során, a jobboldalon található referencia részben rekonstruálja a negyedik hologramot is. Egy további konfokális szűrő alkalmazásával a nem megcímzett de rekonstruált hologramokból érkező fény kiszűrhető.

A fáziskódolt referenciával történő multiplexelési módszer mellett lehetőség van a szkennelt referenciát alkalmazó módszerre is. Ebben az esetben egy 101 referencia fókuszfolt végig pásztázza a 141 beíró Fourier tükrön és egyben a 14 első Fourier síkban található referencia vonalat, valamint a második Fourier síkban található 81 tükrő felszínét. A fáziskódolt referenciát és a szkennelt referenciát

alkalmazó multiplexelési eljárások közötti különbség a 101 referencia fókuszfoltok egyidejű vagy sorozatos megjelenése. A szkennelt referenciát alkalmazó multiplexelési módszer esetén csak egyetlen referencia nyaláb világítja meg a hologramot egy adott pillanatban. Amikor a 101 referencia nyaláb végigpásztázta az egész referencia vonalat a lemez eggyel továbblép. Így a szkennelt referenciát alkalmazó multiplexelési eljárás kombinálható az eltolást alkalmazó multiplexelési eljárással. Hasonlóan, mint az eltolásos multiplexeléssel kombinált fáziskódolt referenciás multiplexelési technikánál, eben az esetben is konfokális szűréssel ki kell szűrni a nem megcímzett, de rekonstruált hologramokat. A 101 referencia nyalábok és a 100 tárgynyalábok vonalának helyzete hasonló a 9. ábrán láthatóhoz. Az optikai elrendezés, az interferencia csíkok geometriája és a létrejött szubhologramok mind hasonlóak ahhoz, mint a eltolásos multiplexeléssel kombinált fáziskódolt multiplexelés esetén voltak.

A 11. ábrán a 103 tárgypixelek helyzete látható az eltolásos vagy fáziskódolt vagy szkennelt referenciás multiplexelést valamint 101 gömbszimmetrikus referencia nyalábokat alkalmazó kollineáris optikai rendszer tárgy és képsíkjában. A hatékony Bragg szelektivitás érdekében, egy 104 tiltott terület található a 102 tárgyter közepén. Keresztcsíkozás mutatja az 103 tárgypixelek hasznos területét a jobb- és baloldalon. A tároló kapacitást a Fourier objektív $\alpha_{\max}$ maximális szöge korlátozza. A jó Bragg szelektivitás érdekében szükséges, hogy a fél-kúpok tengelyei és a tárgynyaláb nagy szöget zárjanak be. A minimális szög α_{objmin} . Optimális tároló kapacitás eléréséhez α_{objmin} értékét a geometriai adatok függvényében optimalizációval kell meghatározni.

Az 5.-9. ábrákon gömbszimmetrikus referencia nyalábokat tételeztünk fel. A gömbszimmetrikus referencia nyaláb optimális az eltolás multiplexeléshez, és alkalmazható a szkennelt referenciás és fáziskódolt referenciás multiplexeléseknél, vagy ezek kombinációjánál is.

A három konfokális Fourier síkkal rendelkező 12f rendszer alkalmas továbbá sík hullám referenciákkal előállított hologramok beírására is. A kollineáris elrendezésben a sík referencia hullámokat és tárgyhullámot a 14 első Fourier síkban és/vagy a 94 harmadik Fourier síkban lehet össze- ill. szétcsatolni. Ezért a referencia nyalábok metszési tartományának a síkját kissé el kell tolni a tárgynyaláb fő Fourier komponensének fókuszfoltjától a Fourier síkban. Ha a két nyaláb eltolódása

elegendően nagy, és nincs átlapolódás a referencia nyalábok metszési tartományának a síkja és a tárgynyaláb Fourier komponensei között, akkor a nyalábok össze- és szétcsatolhatók jelentősebb zavar okozása nélkül. A 12. ábrán a Fourier objektívek a 100 eltolt tárgynyalábbal és a 101 eltolt sík referencia nyalábbal együtt láthatók. A 13. ábra a Fourier sík 100 és 101 eltolt hullámokat is tartalmazó kinagyított része. A 100 tárgynyaláb Fourier síkjának pontos helye a 81 tükörfelületen van. A 83 tároló réteg és a 81 tükör között található egy 82 távtartó réteg. A hologram a 100 tárgynyaláb és a 101 referencia nyaláb 85 átlapolódó területén keletkezik a 83 tároló rétegben. A három kitüntetett sík pontos tárgy-kép kapcsolata miatt, a nyaláboknak a három Fourier síkban hasonló alakjuk lesz, mint ahogyan az a 12.-13. ábrákon látható, így a nyalábok eltolódása is hasonló a 14 első és a 94 harmadik Fourier síkban is.

Igénypontok

1. Kollineáris optikai elrendezés reflexiós típusú, térfogattal rendelkező tároló közegbe hologramok beírásához ill. kiolvasásához, mely rendelkezik hologram beírására alkalmas optikai rendszerrel, mely rendszer előállítja és az adathordozóig eljuttatja a tárgy és referencia nyalábokat, továbbá rendelkezik a hologramok kiolvasására alkalmas optikai rendszerrel, mely rendszer előállítja a referencia nyalábot és kiolvassa az információt az adathordozóból, azzal jellemezve, hogy az optikai rendszer három pár különböző objektívból áll 12f elrendezésben, és mindhárom objektív pár első tagja előállítja a tárgy (SLM) Fourier transzformáltját, a második tag pedig vissza transzformálja a tárgyat, és a tárgy képe mindig az objektív pár második tagjának hátsó fókuszsíkjaiban keletkezik, valamint a rendszernek három kitüntetett síkja van, konfokális elrendezésben, ahol a beírt hologram a középső kitüntetett sík közelében helyezkedik el, és a középső kitüntetett síkban egy tükör található a reflexiós működés megvalósításához, továbbá a két külső síkban speciális alakú és formájú térszűrők találhatók, és a tárgy és a referencia nyaláb össze- és/vagy szétcsatolása ebben a két külső konfokális kitüntetett síkban történik.
2. Egy kollineáris 12f optikai elrendezésen alapuló, és az 1. igénypont szerinti kombinált holografikus multiplexelési eljárást alkalmazó tárolási módszer, ahol a multiplexelt hologramok az eltolt és/vagy fáziskódolt referenciás és/vagy szkennelt

referenciás és/vagy szög multiplexelési eljárások valamelyikének alkalmazásával, vagy ezek kombinálásával kerülnek eltárolásra, azzal jellemezve, hogy a multiplexelt hologramok átlapolódnak, és van olyan referencia vagy referenciasorozat amelyek esetében nem nincs Bragg kiválasztás, és ezen a Bragg diffrakció által nem elnyomott és akaratlanul is kiolvasott tárgynyalábok megvágott Fourier síkjai térben szét vannak választva, és a kiolvasás során a nem megcímzett, és Bragg szelekcióval nem elnyomott, de nem átlapolódó Fourier síkokkal rendelkező hologramokat a megcímzett hologram Fourier síkjának a képéhez helyezett konfokális szűrővel kiszűrjük.

3. A 2. igénypont szerinti kombinált holografikus multiplexelést alkalmazó adattárolási módszer, azzal jellemezve, hogy a tárgynyaláb a Fourier síkban térbeli helyzetét és/vagy formáját és/vagy méretét és/vagy alakját tekintve lényegesen különbözik a referencia nyalábtól, mely különbség lehetővé teszi a tárgy és referencia nyalábok össze- ill. szétcsatolását az egyik konfokális Fourier síkban, fontosabb következmények és a nyalábok lényeges korlátozása nélkül.

4. A 2. és 3. igénypontok szerinti kombinált holografikus multiplexelést alkalmazó adattárolási módszer, azzal jellemezve, hogy a referencia nyaláb vagy nyalábok sorozata nagy numerikus apertúrájú fókuszált fél-kúp, és a referencia nyaláb fél-kúpjának csúcsa vagy a referencia nyaláb sorozat fél-kúpjainak csúcsai a tárgynyaláb Fourier síkjának középpontjától el vannak tolva, és referencia nyaláb sorozat fél-kúpjainak csúcsai egy vagy két vonalat formálnak a tárgynyaláb Fourier síkjában, a megvágott Fourier sík egyik vagy mindkét oldalán, és a referencia nyaláb vagy referencia nyalábok sorozatának a tárgynyalábbal való össze- ill. szétcsatolása ezen vonalak mentén történik.

5. A 2. és 4. igénypontok szerinti kombinált holografikus multiplexelést alkalmazó adattárolási módszer, azzal jellemezve, hogy a fél-kúp referencia nyalábok csúcsai által formált vonalak a tárgynyaláb Fourier síkjának egy vagy mindkét oldalán részben átlapolódnak a tárgynyaláb Fourier komponenseivel, mely átlapoló területről a tárgynyaláb Fourier komponenseit kizárjuk, és ezeket a blokkolt területeket használjuk a tárgy és referencia nyalábok össze- ill. szétcsatolására.

6. A 2. és 5. igénypontok szerinti kombinált holografikus multiplexelést alkalmazó adattárolási módszer, azzal jellemezve, hogy a tárgynyaláb mindkét oldalán megtalálható referencia nyalábok iker nyalábok, párhuzamosan működnek, egyazon

időben mindkét oldalon együtt vannak jelen, és az iker referencia nyalábok használatának célja a tárgy és referencia nyalábok közötti jobb átlapolódás biztosítása.

5 7. A 2. és 5. igénypontok szerinti kombinált holografikus multiplexelési eljárás alkalmazó adattárolási módszer, azzal jellemezve, hogy a tárgynyaláb mindkét oldalán megtalálható referencia nyalábok egymástól függetlenül működnek, adott időben csak az egyik referencia van jelen, és a tárgynyaláb mindkét oldalán megtalálható független referencia nyalábokkal, valamint a hologramok rekonstruálása során konfokális szűrés alkalmazásával a multiplexelések száma
10 megduplázható.

8. A 2. és 7. igénypontok szerinti kombinált holografikus multiplexelési eljárást alkalmazó adattárolási módszer, azzal jellemezve, hogy a nagy numerikus apertúrájú fél-kúp referenciák csúcsai közötti távolság a tárgynyaláb Fourier síkjában mérve egyenlő a Bragg szelekciónak megfelelő Bragg távolság egész számú
15 többszörösével.

9. A 2. és 8. igénypontok szerinti kombinált holografikus multiplexelési eljárást alkalmazó adattárolási rendszer, azzal jellemezve, hogy a multiplexelési eljárás a fáziskódolt referenciás és az eltoló referenciás multiplexelés kombinációja, és hogy az eltolásos multiplexelés lépésköze egyenlő a nagy numerikus apertúrájú fél-kúp referenciák csúcsai által alkotott vonal hosszával, és a nem megcímzett és a Bragg szelekció által nem elnyomott, és térben szétváló Fourier síkokkal rendelkező szomszédos, és egyidejűleg kiolvasott hologramok a megcímzett hologram Fourier síkjába helyezett térszűrő segítségével elnyomhatók.
20

10. A 2. és 8. igénypontok szerinti kombinált holografikus multiplexelési eljárást alkalmazó adattárolási módszer, azzal jellemezve, hogy a multiplexelési eljárás a szkennelt referenciás és az eltoló referenciás multiplexelés kombinációja, és hogy az eltolásos multiplexelés lépésköze egyenlő a nagy numerikus apertúrájú fél-kúp referenciák csúcsai által alkotott vonal hosszával, és a nem megcímzett és a Bragg szelekció által nem elnyomott, és térben szétváló Fourier síkokkal rendelkező szomszédos, és egyidejűleg kiolvasott hologramok a megcímzett hologram Fourier síkjába helyezett térszűrő segítségével elnyomhatók.
25
30

11. A 2. és 3. igénypontok szerinti kombinált holografikus multiplexelési eljárást alkalmazó adattárolási módszer, azzal jellemezve, hogy a referencia nyaláb vagy

referencia nyalábok sorozata a tárgynyaláb Fourier síkjában különböző szögek alatt érkező sík hullámok sorozata, és a kollimált referencia nyalábok kereszteződésének síkja a tárgynyaláb Fourier síkjának középpontjától oldal irányban el van tolva, és hogy a különböző szög alatt érkező referencia nyalábok vagy referencia nyalábok sorozata a tárgynyaláb egyik Fourier síkjában kerül vagy kerülnek összezsúrolásra a tárgynyalábbal.

12. A 2. 3. és 11. igénypontok szerinti kombinált holografikus multiplexelési eljárást alkalmazó adattárolási módszer, azzal jellemezve, hogy a kollimált referencia nyalábok szögeinek különbségei a Fourier síkban nagyobbak vagy egyenlők a Bragg szögnél.

13. A 2. 3, és a 11. 12. igénypontok szerinti kombinált holografikus multiplexelési eljárást alkalmazó adattárolási módszer, azzal jellemezve, hogy a multiplexelési eljárás a fáziskódolt referenciás és az eltolt referenciás multiplexelés kombinációja, és az eltolásos multiplexelésnél használt lépésköz egyenlő a tárgynyaláb megvágott Fourier transzformáltjának átmérőjével, és a nem megcímzett és a Bragg szelekció által nem elnyomott, és térben szétváló Fourier síkokkal rendelkező szomszédos, és egyidejűleg kiolvasott hologramok a megcímzett hologram Fourier síkjába helyezett térszűrő segítségével elnyomhatók.

14. A 2. 3, és a 11. , 12. igénypontok szerinti kombinált holografikus multiplexelési eljárást alkalmazó adattárolási módszer, azzal jellemezve, hogy a multiplexelési eljárás a szög és az eltolás multiplexelés kombinációja, és az eltolás multiplexelés során alkalmazott lépésköz egyenlő a tárgynyaláb Fourier transzformáltjának átmérőjével, és a nem megcímzett és a Bragg szelekció által nem kiválasztott, de térben szétváló Fourier síkokkal rendelkező szomszédos, és egyidejűleg kiolvasott hologramok a megcímzett hologram Fourier síkjába elhelyezett térszűrő segítségével elnyomhatók.

15. Az 1. igénypont szerinti kollineáris 12f optikai elrendezés, azzal jellemezve, hogy az adatok írásához található benne egy SLM , amely SLM az első objektív pár első fókuszsíkjaiban van, és hogy az első objektív pár közös fókuszsíkjaiban (első Fourier sík) található egy speciális alakú térszűrő, egy, az SLM Fourier transzformáltjának magasabb rendű tagjait levágó apertúrával, és az apertúra speciális alakja lehetővé teszi a tárgy és referencia nyalábok össze- és/vagy szétcsatolását, és az apertúrának köszönhetően az SLM képe egy alul áteresztő

szűrővel megszűrve az első objektív pár hátsó síkjában jelenik meg, amely szűrés növeli az adatsűrűségét.

16. Az 1. és a 15. igénypontok szerinti kollineáris 12f optikai elrendezés, azzal jellemezve, hogy a második objektív pár első tagjának első Fourier síkja egybeesik az első objektív pár második tagjának hátsó fókuszsíkjaival, amely síkban az SLM alul áteresztő szűrővel megszűrt képe található, és hogy ezt a képet a második objektív pár első tagja Fourier transzformálta a két objektív közös Fourier síkjába, és az adathordozó a második objektív pár közös fókuszsíkjaiban vagy annak a közelében található, ahol a tárgynyalábok keresztezik a referencia nyalábot vagy nyalábokat, és a második objektív egy összehajtogatott objektív, és az összehajtogatott objektív pár közös belső Fourier síkjában található a reflexiós adathordozó tükre.

17. Az 1., 15. és 16. igénypontok szerinti kollineáris 12f optikai elrendezés, azzal jellemezve, hogy a harmadik objektív pár első fókuszsíkja egybeesik a második objektív pár hátsó fókuszsíkjaival, amely síkban az SLM-nek a kiolvasott és térben megszűrt képe látható, amely képet az objektív párok közös fókuszsíkjaiba a harmadik objektív pár Fourier transzformálta, és hogy egy másik speciális alakú térszűrő található a közös fókuszsíkban, és az objektív pár második eleme újból az SLM alul áteresztő szűrővel megszűrt képét állítja elő a rendszer hátsó fókuszsíkjaiban, ahol a detektor mátrix található.

18. Az 1., 15. és 17. igénypontok szerinti kollineáris optikai elrendezés, azzal jellemezve, hogy az első objektív pár belső közös fókuszsíkjának a képe a második objektív pár belső közös fókuszsíkjaiban fekszik, és a második objektív pár belső közös fókuszsíkjának a képe a harmadik objektív pár belső közös fókuszsíkjaiban fekszik, azaz a három belső fókuszsík (Fourier sík) egymásba képeződik le, vagy másképpen kifejezve, a Fourier síkok konfokális elrendezést valósítanak meg.

19. Az 1., 15. és 18. igénypontok szerinti kollineáris 12f optikai elrendezés, azzal jellemezve, hogy az első objektív pár helyett egy ún. összehajtogatott objektívet használnak, amely egy polarizációs nyalábosztó kockából, egy $\lambda/4$ -es fáziskésleltető lemezből, egy Fourier objektívből és egy tükörből áll, azzal jellemezve, hogy az objektívből érkező nyaláb a polarizációs nyalábosztó kockán és a $\lambda/4$ -es lemezen keresztül éri el az objektívet, amely objektív a tárgy (SLM) Fourier transzformáltját állítja elő az objektív hátsó fókuszsíkjaiban, és ebben a fókuszsíkban egy speciális

alakú tükör található jól definiált apertúrával, és amely tükör csak az alacsony
térfrekvenciájú komponenseknek a $\lambda/4$ -es lemez felé történő visszatükrözésével
megszűri a Fourier komponenseket, és a tükör speciális alakja lehetővé teszi a tárgy
és referencia nyalábok össze- és/vagy szétcsatolását a Fourier síkban, valamint az
5 objektív előállítja a tárgy (SLM) alul áteresztő szűrővel megszűrt képét, majd a fény a
belépő nyalábra merőlegesen hagyja el az összehajtogatott optikai rendszert a
polarizációs osztóprizmán keresztül.

20. Az 1. 15. és 18. igénypontok szerinti kollineáris 12f optikai elrendezés, azzal
jellemmezve, hogy a harmadik objektív pár helyett egy ún. összehajtogatott objektívet
10 használnak, amely egy polarizációs nyalábosztó kockából, egy $\lambda/4$ -es fáziskésleltető
lemezből, egy Fourier objektívából áll, azzal jellemmezve, hogy az objektívból érkező
nyaláb a polarizációs nyalábosztó kockán és a $\lambda/4$ -es lemezen keresztül éri el az
objektívet, amely objektív a tárgy (SLM) Fourier transzformáltját állítja elő az objektív
hátsó fókuszsíkjában, és ebben a fókusz síkban egy speciális alakú tükör található jól
15 definiált apertúrával, amely tükör csak az alacsony térfrekvenciás komponenseknek
a $\lambda/4$ -es lemez felé történő visszaverésével megszűri a Fourier komponenseket, és a
tükör speciális alakja lehetővé teszi a tárgy és referencia nyalábok össze- és/vagy
szétcsatolását a Fourier síkban, és az objektív előállítja a tárgy (SLM) alul áteresztő
szűrővel megszűrt képét, majd a fény a polarizációs osztóprizmán keresztül a
20 detektor mátrixra jut.

21. A 19. és 20. igénypontok szerinti kollineáris 12f optikai elrendezés, azzal
jellemmezve, hogy az első összehajtogatott objektív fókuszsíkjában levő tükör és a
második objektív pár fókuszsíkjában, valamint a harmadik összehajtogatott objektív
fókuszsíkjában lévő tükör konfokális elrendezésben van.

22. Az 1. és 15. igénypontok szerinti kollineáris 12f optikai elrendezés, azzal
jellemmezve, hogy az adatoknak a tárgynyalábba történő beírásához használt SLM
reflexiós vagy transzmissziós típusú amplitúdó-moduláló SLM.

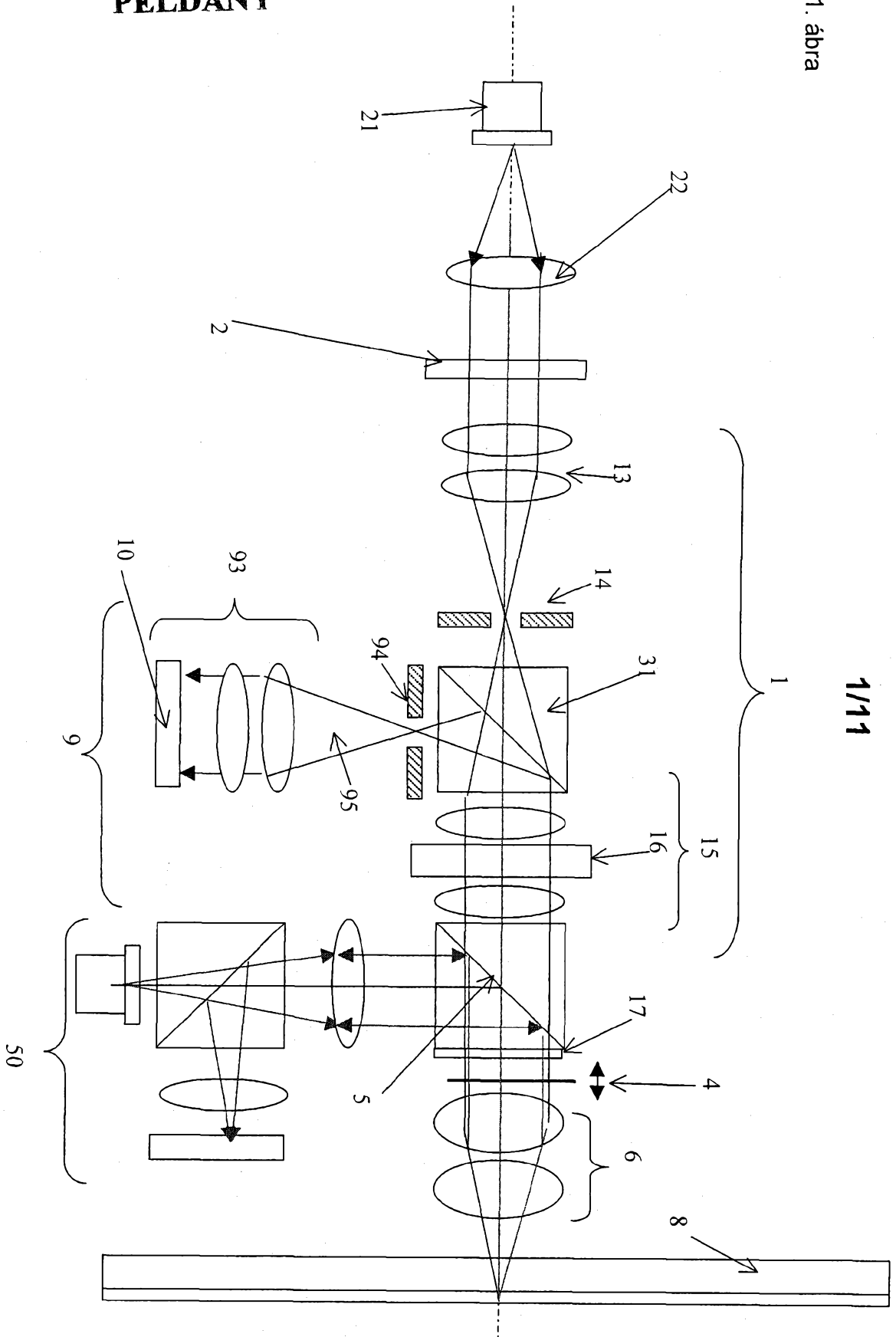
23. Az 1. és 13. igénypontok szerinti kollineáris 12f optikai elrendezés, azzal
jellemmezve, hogy az adatoknak a tárgynyalábba történő beírásához használt SLM
30 reflexiós vagy transzmissziós típusú fázis-moduláló SLM.

24. Az 1., 18. és 23. igénypontok szerinti kollineáris 12f optikai elrendezés, azzal
jellemmezve, hogy az adatoknak a tárgynyalábba történő beírásához használt SLM
reflexiós vagy transzmissziós típusú fázis-moduláló SLM, és a harmadik objektív pár

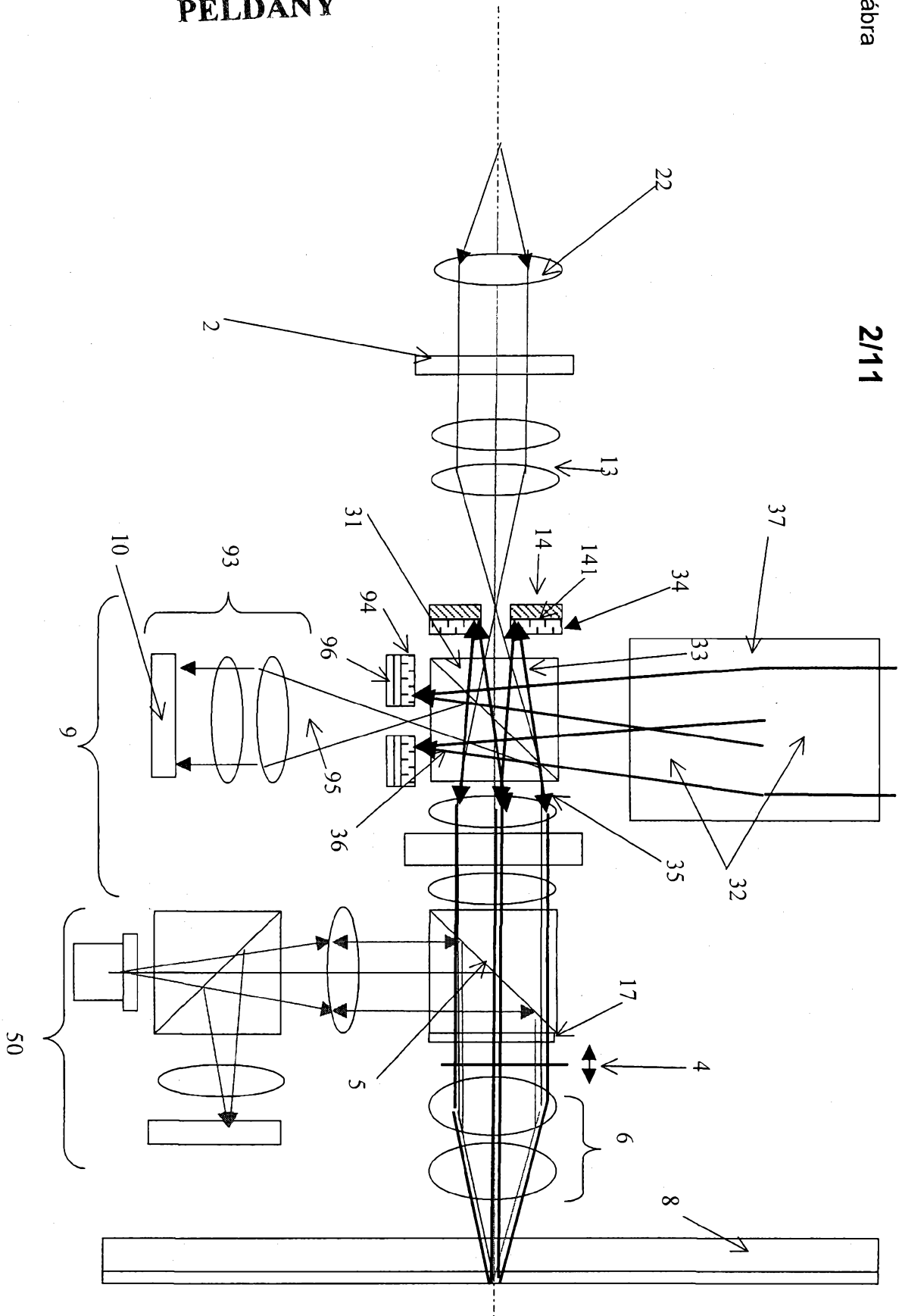
belső fókusz síkjában található egy fázis-toló maszk a tárgynyaláb nullad rendű komponenseinek késleltetéséhez, így a tárgy nyaláb fázis információja átalakítható amplitúdó információvá a detektor mátrix felszínén, a jól ismert fázis-kontraszt mikroszkópia elve szerint.

5 25. Az 1. és 15. igénypontok szerinti kollineáris 12f optikai elrendezés, azzal jellemezve, hogy egy további, speciális iker diffrakciós elemekkel rendelkező referencia nyaláb generátort, és képáttevő optikát tartalmaz a nagy numerikus apertúrájú fél-kúp referencia nyalábok sorozatának előállításához, és ezek a referencia nyaláb generátorból jövő nyalábok az első vagy harmadik Fourier síkban
10 kerülnek összezsugorításra a kollineáris rendszerben.

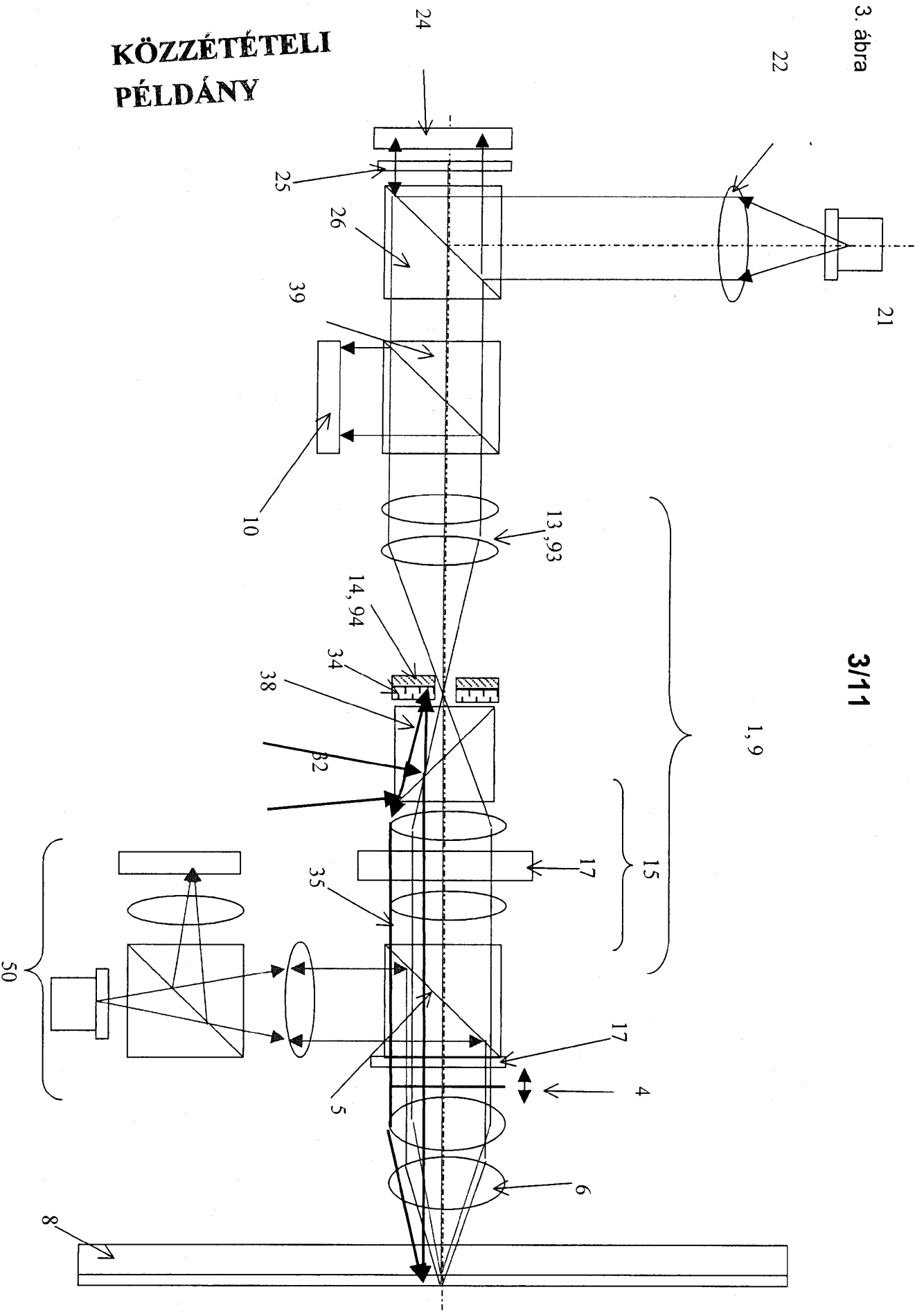
26. Az 1. és 13. igénypontok szerinti kollineáris 12f optikai elrendezés, azzal jellemezve, hogy egy további, folyadékkristályos nyaláb eltérítővel rendelkező speciális referencia nyaláb generátort és egy képátvivő optikát tartalmaz a szkenneléshez használt nagy numerikus apertúrájú fél-kúp referencia nyalábok
15 előállításához, és ez a referencia nyaláb generátorból jövő nyaláb az első vagy harmadik Fourier síkban kerül összezsugorításra a kollineáris rendszerben.



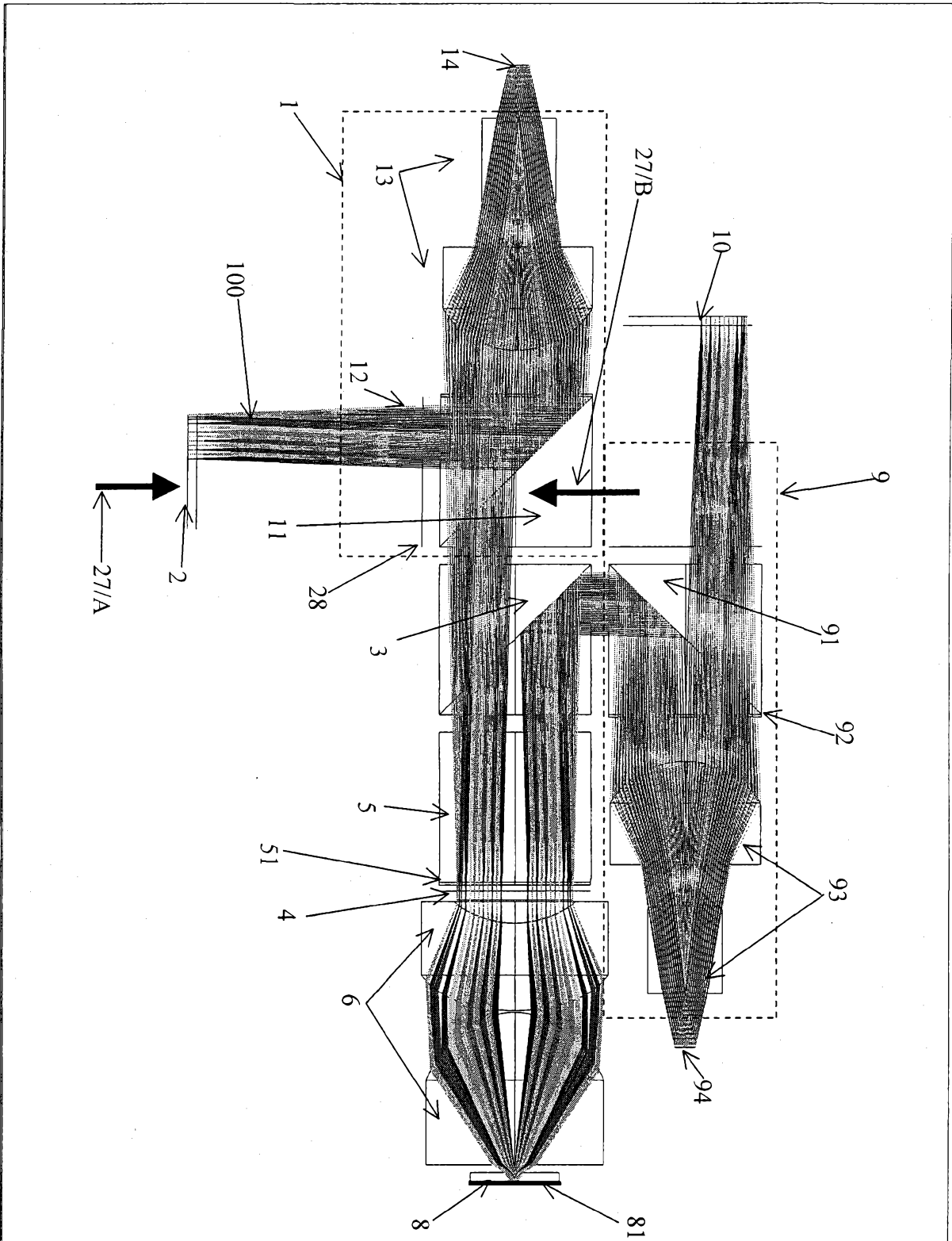
KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY



3. ábra

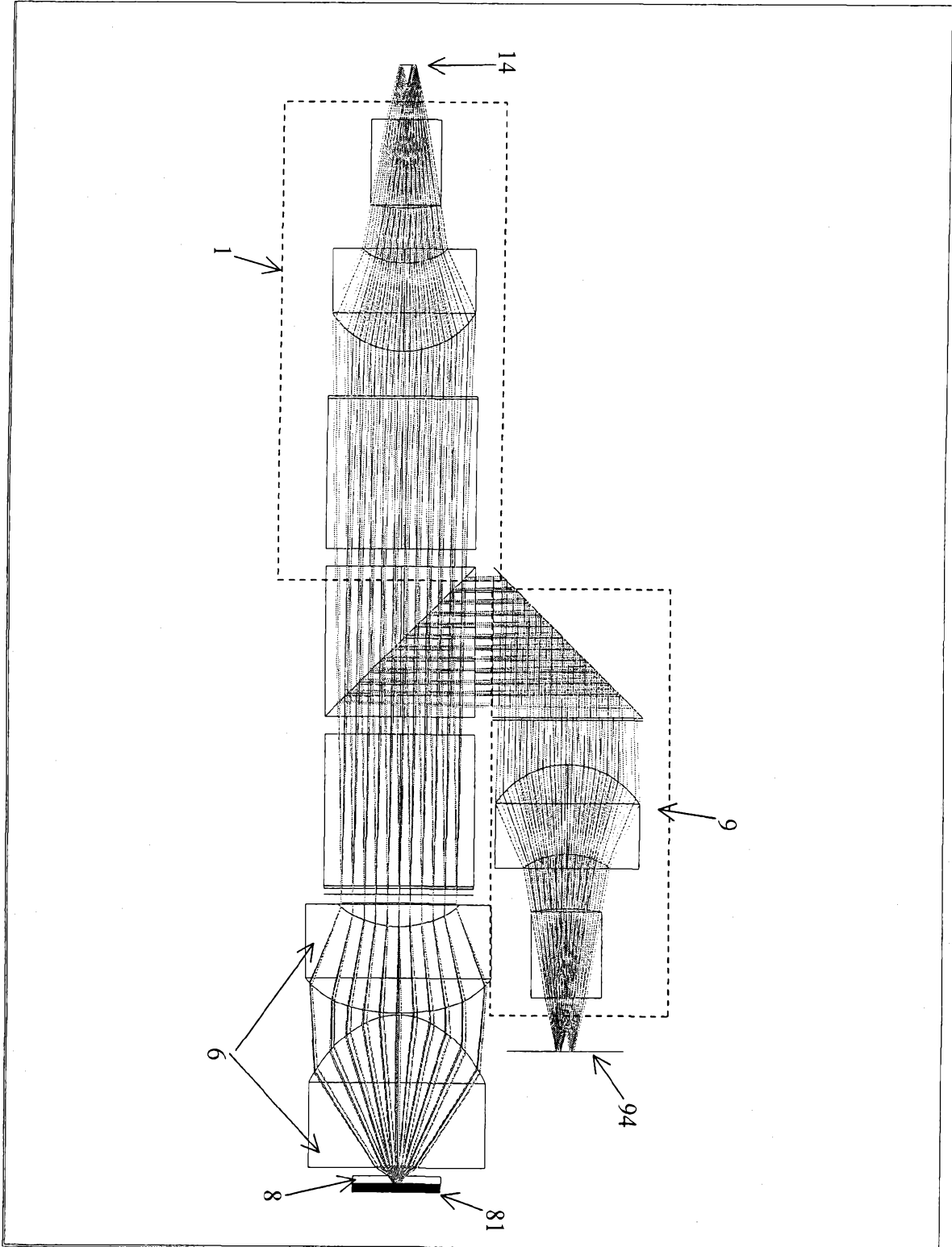


KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

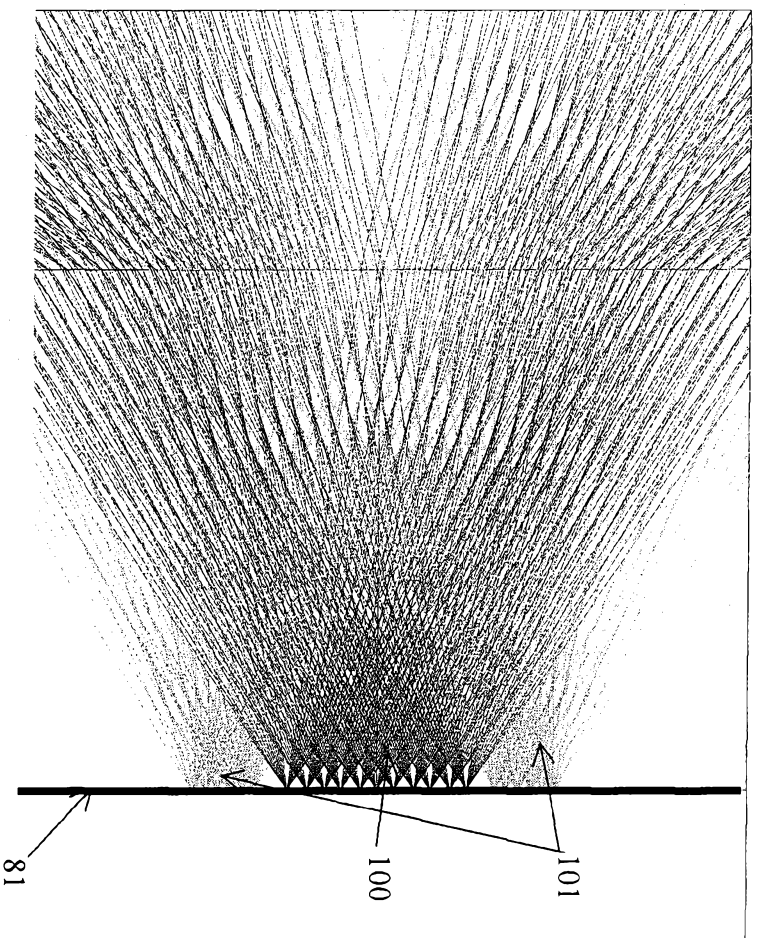


KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

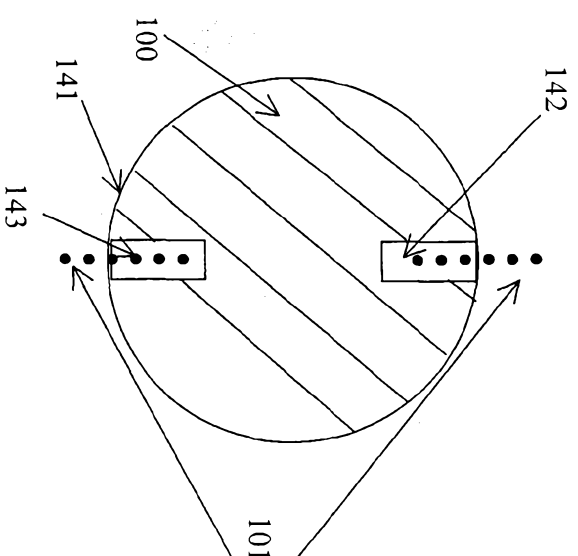
5. ábra



6. ábra



7. ábra

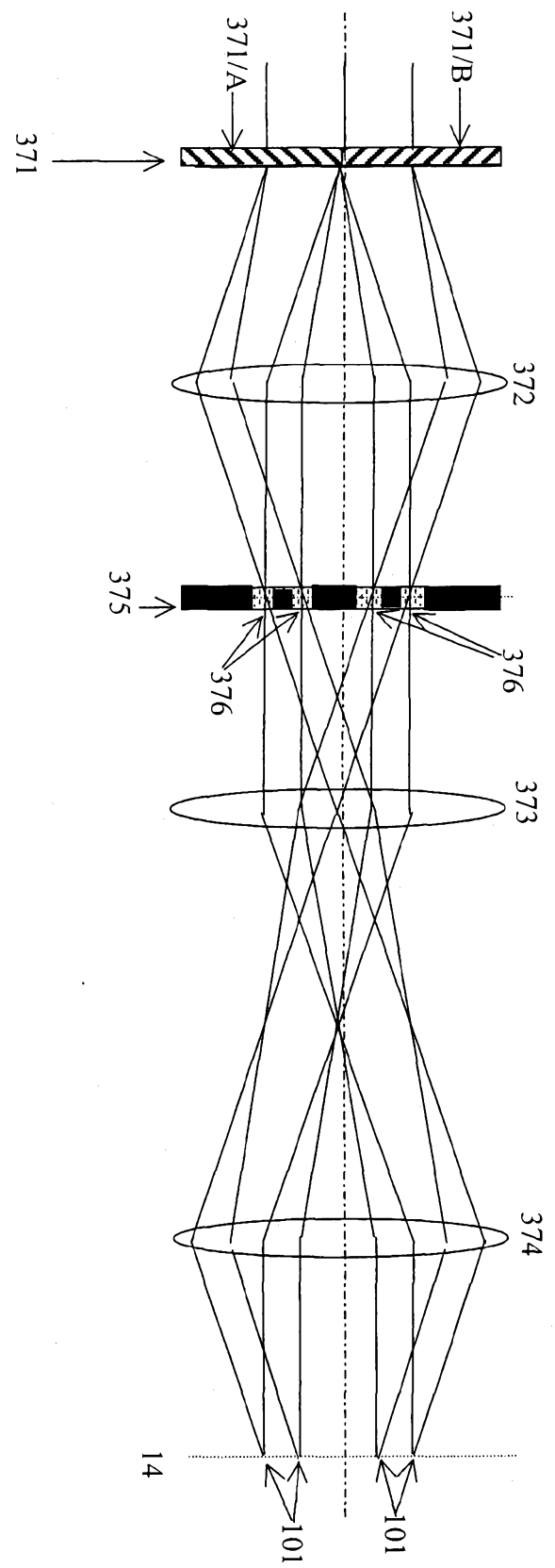


35022

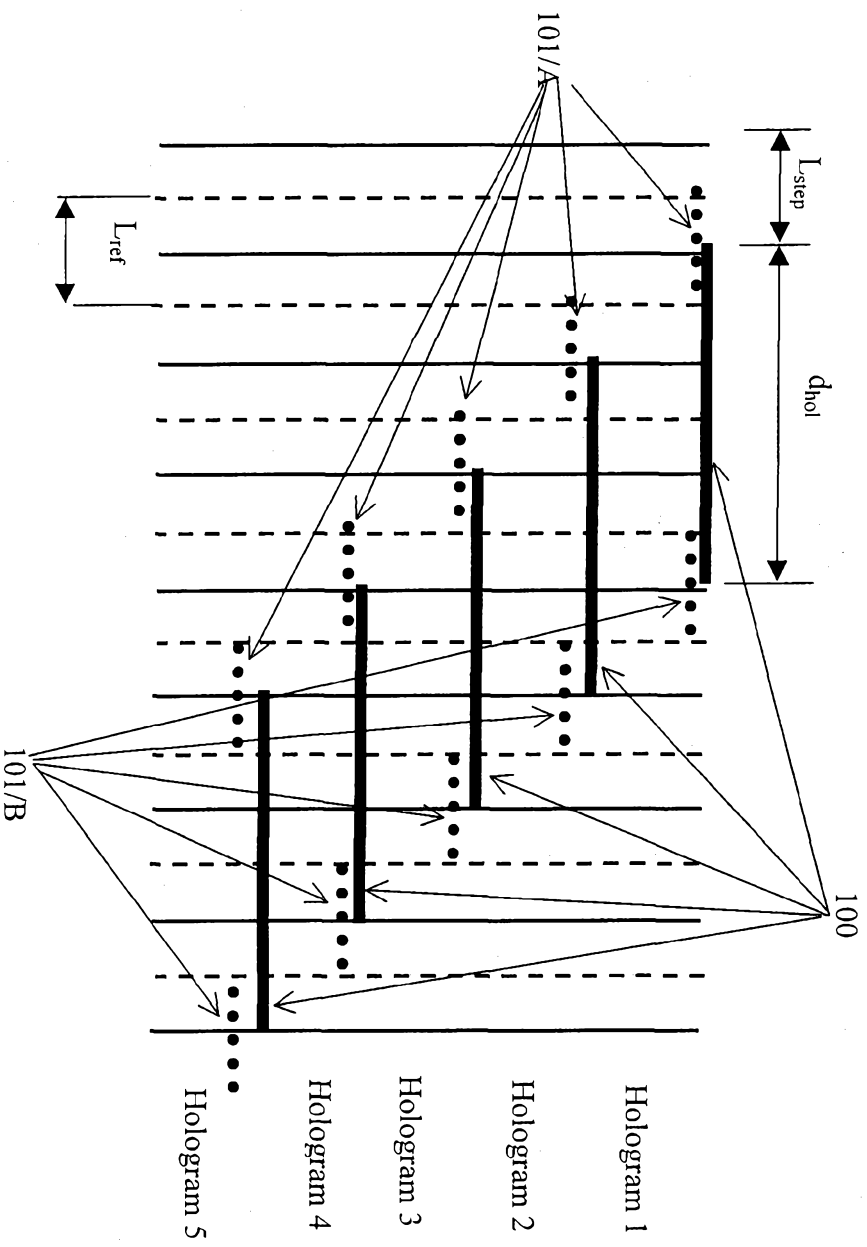
8. ábra

KÖZZÉTÉTEL
PÉLDÁNY

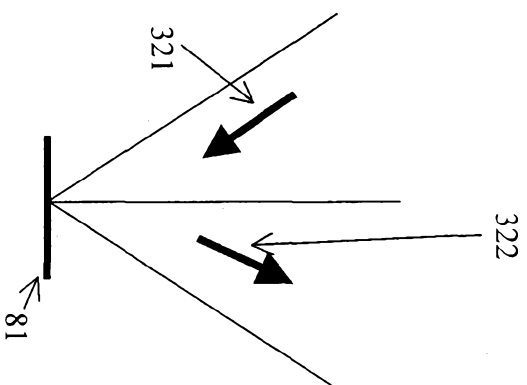
7/11



9. ábra

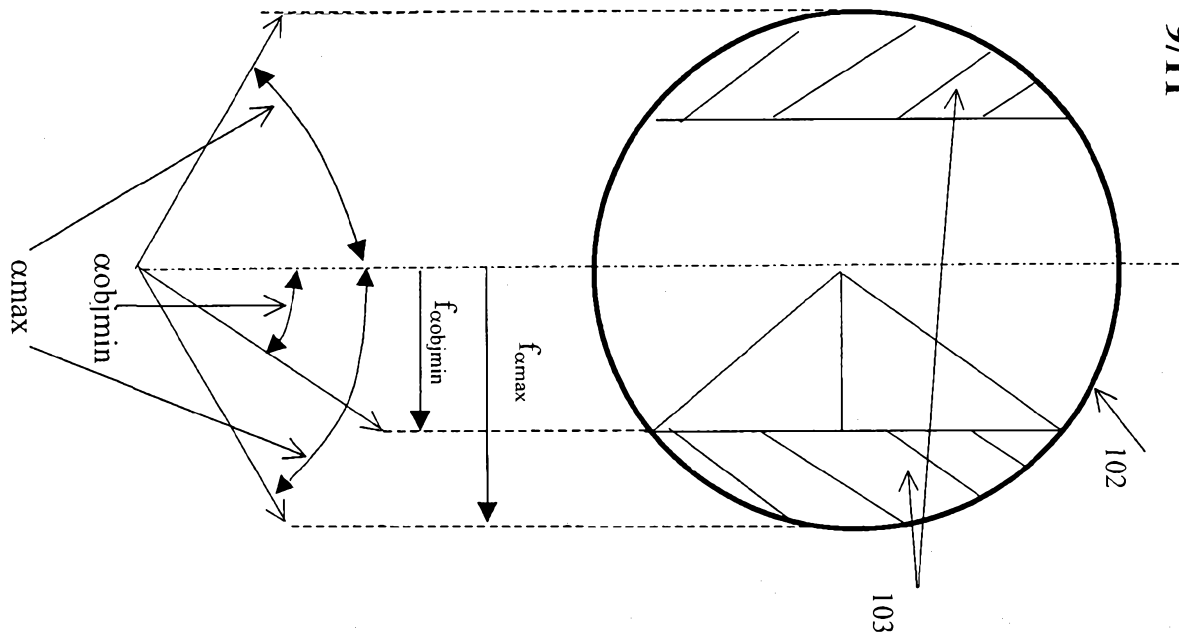


10. ábra



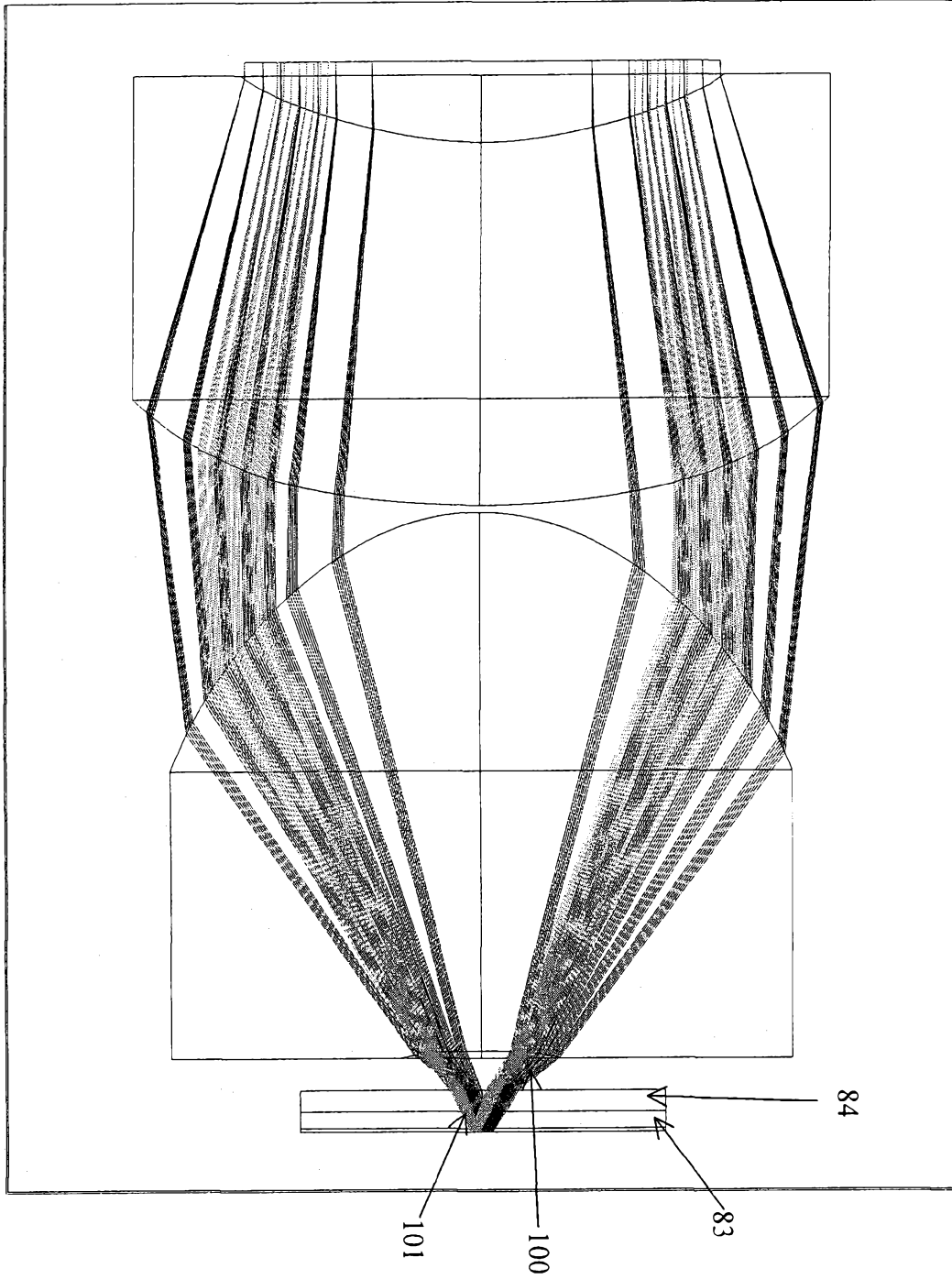
KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY

9/11



KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY

10/11



KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY

