



# KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY

Kivonat

PC7 ≈ 366

## Pinhole kamerát alkalmazó leképző optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter, ellipszométer)

A találmány tárgya egy leképző optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter, ellipszométer), mely pinhole (lyuk-, rekesz-) kamerás leképző rendszert alkalmaz különféle anyagok nagyfelületű, roncsolásmentes, gyors, egyszerű vizsgálatára. A berendezés vizsgálandó minta megvilágítására a szokásos párhuzamos nyalábok helyett, diffúz homogén, esetleg célszerűen konvergens, valós-, vagy virtuális fényforrásból származó fényt alkalmaz, s az így nyert képet pozícióérzékeny fotodetektor rendszeren (8) (esetlegesen közbeiktatott ernyőről) rögzíti. A találmány egy lehetséges egyszerű kiviteli alakjánál a primér fényforrás (1), ez esetben egy kiterjedt, nagy felületű sokelemes esetleg többszínű LED mátrix primér fénye (2) a virtuális fényforrásként (3) szolgáló, homogenizáló matt diffúzeren halad keresztül s ez a, nem párhuzamos fény (4) világítja meg a tükröfelületűnek tekinthető minta (5) felületét. A mintáról (5) visszaverődött nem párhuzamos fény (4) a szögfelezőre (6) helyezett pinhole-n (7) áthaladva éri el a pozícióérzékeny fotodetektor rendszert (8), ami például egy CCD mátrix. A mintára (5) beeső, nem párhuzamos fény (4) polarizációs síkját megvilágító oldali filmpolarizátorral (9) állítjuk be, míg a visszavert fény polarizációját a detektor oldali filmpolarizátorral (10), mint analizátorral határozzuk meg. A minta (5) a saját síkjában legalább egy vonal mentén mozgatható, pl. oly módon, hogy az 1. ábrán látható kiviteli alak egy folyamatosan mozgó gyártósorra van felszerelve. Ez a mozgás biztosíthatja, hogy a minta (5) minden pontja a nem párhuzamos fénynek (4), a pinhole (7) és a pozícióérzékeny detektormátrix (8) mérete és egymástól mért távolsága által megszabott detektált kúpszög (11) tartomány minden lehetséges szög-értékén legalább egyszer áthaladjon. A pozícióérzékeny fotodetektor mátrix (8) az alakhú leképzés miatt, a mintával (5) közel párhuzamos síkban van elhelyezve.

Jellemző ábra: 1. ábra

*J. Kócs*  
2021. 10. 15.

## KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY

### Leírás és igénypontok

**Pinhole kamerát alkalmazó, leképző optikai vizsgáló berendezés  
(reflektométer, polariméter, ellipszométer)**

A találmány tárgya egy leképző optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter, ellipszométer), mely pinhole (lyuk, rekesz) kamerás rendszert alkalmaz, különféle anyagok nagyfelületű, roncsolás mentes, gyors, egyszerű vizsgálatára. A találmány alkalmas nagy felületek lokális optikai tulajdonságainak mérésére és ezen adatok alapján a vizsgálandó minták fizikai tulajdonságainak gyors feltérképezésére.

Közismert, hogy a megvilágított anyagok nagymértékben megváltoztatják a rájuk eső fény tulajdonságait. Lényegében ezen alapul látásunk. Agyunk a reflektált fény intenzitásának szög- és spektrumfüggő (ritkábban, főleg állatoknál polarizációfüggő) feldolgozásával informál minket a körülöttünk lévő világról. Így azonosítjuk be környezetünk egyes összetevőit.

A látás "tudományosabb" változata, az optikai vizsgálati módszerek egyik legelterjedtebb fajtája a reflektometria, mely a minta felületéről visszaverődött fény - sok esetben a vizsgálandó mintával történt kölcsönhatás után kilépő fény - intenzitásának a beesési és visszaverődési szögtől (esetenként a fény spektrumától is) függő változását határozza meg, s ezekből az adatokból minősíti a mintát.

Ezen túlmenően, sokszor praktikus a beeső és reflektált fény egymáshoz viszonyított polarizációs állapotának vizsgálata is, amit polarimetriának neveznek. A polarimetria speciális esete az ellipszometria, melynek során a polarizáció szögfüggését, spektro-ellipszometerekben azok hullámhosszfüggését is vizsgálni lehet. Mindezek olyan információkat tartalmaznak, melyek jellemzőek a minta összetételére, felületi minőségére, esetenként még a felszín alatti tulajdonságaira is.

A reflexiós méréseket még a legkorszerűbb berendezések is csak lokalizáltan végzik, azaz minden lépésben csak a minta egyetlen kiválasztott kis területén (pontján), szigorúan párhuzamos - elvben nulla divergenciájú - fénynyalábbal, tetszőlegesen megválasztható, de mindig egyetlen, meghatározott beesési (visszaverődési) szög mentén. Ezután lehet új pontban megismételni a mérést pl. a mintapozíció megváltoztatásával. Amennyiben nem csak a nagyobb területekre vonatkozó átlagértékekre vagyunk kíváncsiak, akkor a kiterjedt felületet lokálisan is jellemző analízishez, sok ponton végzett egyedi

méréssorozatokra van szükség, ami igen időigényes. Emiatt a reflektométerek szokásos konstrukciói alkalmatlanok a gyors, nagyfelületű mintaanalízisre.

Manapság, független fényérzékelők sokaságából kialakított, valós idejű, mérésre is alkalmas precizitású jeleket szolgáltató, pozíció-érzékeny detektor sorok és két dimenziós detektor mátrixok állnak rendelkezésünkre, amik lehetővé tették a korábbinál lényegesen több adat pozíciófüggő, egyidejű mérését. A detektormátrix elemeinek ismert pozícióját akár idő (szkennelés), akár szög (forgatás), akár spektrum (színbontás), akár mintatopográfia (leképzés) mérésének céljára is felhasználhatjuk.

Az egyetlen detektorral, lassan végezhető lokális mérés problémáin segíthet tehát az ú.n. leképző reflektometria (polarimetria, ellipszometria) aminek használatával, akár a teljes mintafelületről is képet (helyfüggő reflexiós adatokat) detektálhatunk egyetlen lépésben. E megoldás egyik kulcseleme az említett detektor- sor, vagy mátrix, de ugyanilyen fontossággal bír a feladathoz illeszkedő korrekt optikai megvilágító rendszer megalkotása is.

Fénykép, vagy videó (időfüggő fényképsorozat) készítésekor természetesen egy nagy mintáról (annak, az optika látószögébe eső részéről) képeket detektálunk, azaz ebben a megközelítésben, már régóta léteznek "leképző, képalkotó reflektométerek". Csakhogy ezek a berendezések, fényút-módosító eszközöket, fókuszáló rendszereket, ú.n. "lencsét" (esetenként nem síkfelületű tükröket) használnak a képalkotásra. Egy változó optikai vastagságú törőközegeken, vagy nem sík, reflektáló felületeken alapuló képalkotó rendszer lényege, hogy – egyszerű, ideális esetben, geometriai optikai megfogalmazásban – a tárgysík minden pontját külön-külön átképezi a képsík megfelelő pontjaiba. Az egyetlen kiválasztott tárgypontról, különböző szögek(!) alatt kilépő fénysugarakat összegyűjtve, azokat egyetlen képpontra koncentrálja, ezzel növeli meg a képalkotó rendszer fényerejét. Mivel a kiválasztott tárgypontról összeadódik (integrálódik) a megfelelő képpontból különböző szögek alatt kilépő fény, így a fényút-módosító, klasszikus optikai képalkotó rendszerek elvben alkalmatlanok a visszavert fény szögfüggő analízisére, hiszen kiátlagolják a szöginformációt.

A gyakorlatban ez a szigorú kritérium nem mindig jelent akadályt. Pl. ha a Nap fényét (végtelen távoli pontforrás) a tenger felületéről visszaverődve fényképezzük, szinte hibátlan leképző reflektométert használunk, mivel a lencse átmérője igen kis látószögre korlátozza a majdnem végtelenben lévő tárgy (tenger felszín) egy-egy pontjáról a képsík megfelelő pontjára érkező fény begyűjtési szögtartományát. A minta távolsága és a leképző rendszer apertúrája határozza meg a képalkotó detektálás kritikus szögtartományát.



Sajnos laboratóriumi, és ipari körülmények között (ahol a reflexiós méréseket célszerűen végzik) a minta és a fényforrás is közel van a detektorhoz, azaz a leképző reflektometria, szögintegráló optikai leképzéssel nem használható.

Egyes speciális esetekben, nagyobb, de kizárólag sík felületekről, nyerhetők jól kiértékelhető képek, azaz működhet a képalkotó reflektometria, csak hogy ekkor nagy átmérőjű, párhuzamos fénynyalábot kell használni a megvilágításhoz. (például az US 40746695A szabadalmi leírásban).

Történt még próbálkozás a mintára fókuszált fénnel végezhető reflektometriás, ellipszometriás mérésre (például az US 576330 sz., vagy a DE 197 45 945 sz. szabadalmi leírásokban), mely egy szélesebb beesési szögtartományt fog át egyetlen lépésben, de ez esetben a vizsgált felület mérete drasztikusan lecsökken, vagyis szinte nulla kiterjedésű területről kaphatunk csak "képet". Ezen túlmenően nagyon megnehezíti a mérést, az adatok kiértékelését a polarizációnak és a nyalábeloszlásnak az optikai elemek fókuszpontjában kialakuló kaotikus viselkedése.

Valódi képalkotó ellipszométer szerepel a P 00037290 bejelentési számú szabadalmi leírásban, ahol pontszerű fényforrás világítja meg a (sík) mintát, s a divergens fényprojekció, a szögfüggést megtartva alkot nem fókuszált képet egy ernyőn vagy közvetlenül a detektor mátrixon. A módszer egyedüli hátránya, hogy praktikusán csak sík minták minősítésére alkalmas.

Könnyen belátható, hogy a fókuszáló rendszeres képalkotás (pl. fényképezés) csak extrém esetekben lenne használható a leképző reflektométerekben, hiszen a nem végtelen méretű mérőrendszerekben, azaz a reális gyakorlatban, mérhetetlenné válik a reflexió precíz szögfüggése.

A feladat megoldására, azaz képalkotó reflektométer megvalósítására ideális megoldást kínál, az évszázadok óta ismert pinhole (lyuk, rekesz) kamera (camera obscura). (A továbbiakban, az egyszerűség kedvéért, a magyaros "lyuk" illetve az optikai terminológiában korrekt: "cirkuláris rekeszes" kifejezések helyett a nemzetközileg elfogadott: "pinhole" kifejezést fogjuk használni) Működésének lényege, hogy a tárgyról visszaverődött fényt szigorúan szögfüggő módon engedi csak az ernyőre, fotólemezre, detektorra jutni. Az optikai fényút-módosításon alapuló megoldások (pl. a nagy apertúrájú optikákkal végzett leképezések), a szögösszegzés eredményeként megnövelik a képalkotás fényerejét, ezen túlmenően fókuszáló tulajdonságuk miatt, bizonyos mélységélesség tartományon "élesebb", jobb felbontású képeket is szolgáltathatnak. Ez, a kettős előny indokolta bevezetésüket a fényképezésben és pl. a csillagászati megfigyelésben is. A "lencsékkel" részletgazdagabb és lényegesen fényerősebb



képeket kaphatunk, mint a (jó felbontás esetén, a nagyon kis lyukméret miatt) hatalmas fényvesztéssel járó pinhole kamerás képalkotás során. (Pontosabban: a “képalkotás” kifejezés szigorúan véve csak a fényút-módosító optikai rendszerekre alkalmazható. A pinhole kamera működésének lényege, hogy csak az irányukban módosíthatatlan, “egyenes” fénysugarak ernyőre (detektorra) jutását engedi meg, ezzel a tárgy lineáris projekcióját, „átvetülését” végzi el. A folyamat eredménye itt is egy kép, így az eljárás akár leképzésként is értelmezhető lenne, csak hogy - mint láttuk - ez a megoldás elvében drasztikusan eltér az optikában szokásos “képalkotás”-tól! Az eltérés lényege éppen a számunkra fontos kritériumban, a szögintegrálás hiányában rejlik, aminek „ára” a kis fényerő.

Napjainkra, a detektorok érzékenységeinek javulása és az elérhető fényforrások intenzitásának rohamos növekedése időszerűvé és racionálissá tette, hogy a jelentős fényvesztés ellenére is alkalmazni lehessen a pinhole rendszereket akár fotózási, akár optikai mérés-technikai célokra. A pinhole kamera minden tárgypontból csak egyetlen (az aktuális geometriai adatoktól függő, egészen kis szögtartományú) meghatározott szög alatt terjedő “fénysugarat” juttat a detektorrendszer megfelelő területére. Emiatt egy-egy pont egy lépésben csak egy beesési (visszaverődési) szög alatt mérhető, de minden tárgyponthoz más-más szög tartozik. Így, az egyetlen felvételen detektálható kép egy, a rendszer látószögének megfelelő, nagyobb szögtartományról szolgáltat szögfüggő reflexiós adatokat. A mérőrendszer és a minta egymáshoz viszonyított egyszerű mozgatásával minden tárgypont bekerülhet a kívánt mérendő tartományba, azaz a teljes szögfüggő leképzés egyszerűen és gyorsan megvalósítható.

Fontos felhívni a figyelmet arra, hogy egy lyukkamera esetén nem létezik fókusz, nincs klasszikus értelemben vett “élesség” azaz egy adott szögfelbontással minden megjelenik a képen, aminek fénye átjutott a rekeszen. Abban az esetben, ha a megvilágító forrás is a detektált szögtartományba esik (s ez a sík minták mérésénél elvben elkerülhetetlen) annak “képe” nem választható le a vizsgálandó minta képéről, ami jelentős mérés-technikai problémát okozhat. Emiatt egy szokásos pinhole kamera még nem optikai reflektométer! A pinhole kamerára bázírozott optikai reflektométerek alkalmazhatósága igen szigorú megkötések tartalmaz a mintát megvilágító speciális (sok esetben feladatfüggő) fényforrásokra is.

A találmány célja tehát egy olyan leképző optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter ellipszométer) létrehozása, mely alkalmas nagyfelületű minták gyors analízisére.



A találmány alapja az a felismerés, hogy a kitűzött cél egyszerűen elérhető, ha pinhole kamerás (lyukkamerás) képalkotást és a minta nemkollimált megvilágítását alkalmazunk, a reflexió és/vagy transzmisszió polarizáció és/vagy hullámhossz függésének mérésével. Ezzel a megoldással egyetlen felvételen, nagyobb felület egyidejűleg több beesési szögnél is vizsgálható.

A találmány szerinti berendezésben a vizsgálandó mintáról visszaverődött vagy azon transzmittált fényt egy pinhole kamerán keresztül vezetjük a fényútba helyezett pozícióérzékeny detektorra (film, kamera, fotodetektor sor, vagy mátrix stb.) további analízis céljából. Arra is van lehetőség, hogy ezt a fényt egy ernyőn fogjuk fel s az ernyőn lévő képet optikai átképzés után rögzítsük elektromos, vagy klasszikus képfelvevőkkel. A találmány lényege, hogy egy pinhole kamera minden további optikai elem nélkül is biztosíthatja a mintafelület pozíció- és szögtartó kivetítését, kinagyítását, ami képként értékelhető. Mivel a gyakorlat számára szükséges mérési szögtartomány sík minták esetén a pinhole kamera hatására síkbeli geometriai pozícióban felbontva, már egyetlen, a mérendő felületre merőleges síkmetszetében is megjelenik, ezért a feladat megoldásához akár egyetlen, ebben a síkban fekvő detektorsor elhelyezésének megkövetelése is elegendő. A tipikusan mérendő sík minták esetén, a korábban szokásos párhuzamos (kollimált), nyalábszerű megvilágítás mellett, a lyukkamera használata esetén - könnyen belátható módon - a teljes mintáról kizárólag csak egyetlen pontból mérhetnénk reflexiós adatot, hiszen ez az elrendezés a klasszikus reflektométernek, ellipszométernek felelne meg. Így elveszne a képalkotás nyújtotta minden előny. Azért, hogy a minta minden pontjáról képet kaphassunk, szigorú feltétel a nem kollimált megvilágítás megkövetelése. Ideális esetben minden tárgyponthoz a detektált, vizsgálandó szögtartomány minden irányának megfelelő szögből meg kell világítani (végtelen méretű, homogén diffúz megvilágítás: tipikusan a zárt, felhős égboltnak megfelelő analógia), de legalábbis a lyukkamera befogási szögének tartományában kell biztosítani a tárgyponthoz megvilágítását speciális erre tervezett konvergens, vagy éppen pontszerű, divergens fényforrással. Mivel egy fotoérzékelő detektálási szöge a detektormérettől és mintatávolságtól függő mértékben korlátos, ezért a detektálási szög lényegesen megnövelhető több kamera-detektor rendszer, illetve ernyő egyidejű használatával.

A találmány szerinti berendezésben előnyös, ha a mérendő szögtartomány kúpszögének szögfelezője mentén helyezzük el a pinhole-t, mivel ekkor szimmetrikus szögtartományon végezhetőek a mérések.

A találmány szerinti berendezésben előnyös az is, ha a mérendő mintával



közel párhuzamos síkban helyezzük el az ernyőt és/vagy pozíció-érzékeny detektorsort, illetve mátrixot, mivel ebben az esetben alakhú mintaleképzést kapunk.

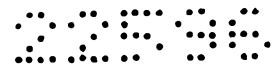
A találmány szerinti berendezésben előnyös továbbá, ha nem párhuzamos megvilágításra legalább olyan méretű, és pinhole-tól olyan távolságra lévő diffúz primer, vagy másodlagos (pl. megvilágított matt felület) fényforrást használunk, mely teljesen lefedi az ernyő és/vagy detektormátrix méretéből, és a pinhole-nak a detektortól számított távolságából adódó detektált kúpszög által kimetszett területet a fényforrás pozíciójában. Ezzel biztosítható a minta teljes mérendő tartományán a szükséges homogén, diffúz megvilágítás.

A találmány szerinti berendezésben előnyös még az is, ha a fényerő növelése céljából a korábban meghatározott detektált kúpszöghöz optimálisan illeszkedő, konvergens megvilágítást alkalmazunk, melynek hatására a megvilágítás, alkalmas fényútmódosítók segítségével, a mintán való visszaverődés után a pinhole-ban "fókuszálódik". Erre a célra akár görbült felületű lencsét is alkalmazhatunk (ha csak egy hullámhosszt használunk), de célszerűbb a diszperzióra érzéketlen görbült (on- vagy off-axis) parabola vagy gömbtükröket használni. Ezzel, a pinhole kamerás leképzés mellett is optimálisan használhatjuk ki a megvilágítás fényerejét még mutispektrális esetben is.

A találmány szerinti berendezésben előnyös továbbá, ha a fényforrás-minta és/vagy a minta-detektor rendszer közötti fényút közül legalább az egyikbe polarizátor van elhelyezve. Ezzel biztosítható (a véletlenszerűen-, vagy cirkulárisan polarizált fényforrások esetén) az a mintafüggő, optimális kontrasztot nyújtó polarizációs állapot, amellyel a vizsgálat érzékenysége maximálható (egyszerű reflexiós és/vagy transzmissziós képalkotáshoz), vagy amely állapot egy maximális információt eredményező ellipszometriás mérés minimális feltétele. Az esetek nagy részében természetesen mind a beeső, mind a visszavert és/vagy transzmittált nyalábban célszerű mozgatható polarizátorok elhelyezése.

A találmány szerinti berendezésben előnyös, ha több hullámhosszon végzendő mérésekre időbeli spektrumbontást alkalmazunk oly módon, hogy egy időben csak egyetlen színkomponens emittálódik a fényforrás geometriai pozíciójából. Ez elérhető több monokromatikus fényforrás esetén úgy, hogy azok időben váltakozva kerülnek a megvilágító fényforrás pozíciójába, illetve polikromatikus (pl. fehér) fényforrás esetén a forrás, vagy a detektorok előtt időben váltott színszűrőkkel, esetleg akusztóoptikus deflektorral.

A találmány szerinti berendezésben előnyös továbbá, ha azonos időben több hullámhosszon végzendő mérésekre geometriai spektrumbontást



alkalmazunk az ismert diszperziós eszközökkel (prizmák, rácok, akusztóoptikai bontók) oly módon, hogy egy polikromatikus fényforrás elé célszerűen a mérendő minta felületi merőlegesével párhuzamos síkba egy rést helyezünk el és a spektrumbontást az erre merőleges síkban végezzük. Így biztosíthatjuk a szög- és spektrumbontás egyidejűségét. Természetesen a spektrumbontó elemet a rés és a detektor közötti fényúton kell elhelyezni és a pinhole után kétdimenziós (mátrix) fotodetektort kell alkalmaznunk.

A találmány szerinti berendezésben előnyös még az is, ha a vizsgálandó minta egy síkban, legalább egy egyenes mentén elmozdíthatóan van elhelyezve. Ezzel biztosítható, hogy a minta minden pontja - legalábbis egy egyenes mentén - legalább egyszer feltétlen olyan pozícióba kerül, hogy a pont a mérendő szögtartományának minden szögértékével detektálható. Így, a viszonylag bonyolult detektálási szög szkennelését egy egyszerű elmozdulássá lehet transzformálni.

A következőkben a találmányt részletesebben az ábrák alapján ismertetjük, ahol az

1. ábrán a találmány egy lehetséges egyszerű, a vizsgálandó anyagok minőségének gyors ellenőrzésére alkalmas kiviteli alakja, a

2. ábrán a találmány egy lehetséges egyszerű, a vizsgálandó anyagok minőségének nagy felületeken való gyors ellenőrzésére alkalmas kiviteli alakja látható

Az 1. ábra a találmány egy lehetséges egyszerű, a vizsgálandó anyagok minőségének gyors ellenőrzésére alkalmas kiviteli alakja. A találmány szerinti 1 primér fényforrás itt, egy kiterjedt, nagy felületű sokelemes esetleg többszínű LED mátrix, aminek 2 primér fénye a 3 virtuális fényforrásként szolgáló, homogenizáló matt diffúzeren halad keresztül és ez a, 4 nem párhuzamos fény világítja meg a tükörfelületűnek tekinthető 5 minta felületét. Az 5 mintáról visszaverődött 4 nem párhuzamos fény a 6 szögfelezőre helyezett 7 pinhole-n áthaladva éri el a 8 pozícióérzékeny fotodetektor rendszert, ami például egy CCD mátrix. Az 5 mintára beeső 4 fény polarizációs síkját 9 megvilágító oldali filmpolarizátorral állítjuk be, míg a visszavert fény polarizációját a 10 detektor oldali filmpolarizátorral, mint analizátorral határozzuk meg. Az 5 minta a saját síkjában legalább egy vonal mentén mozgatható, pl. oly módon, hogy az ábrán látható kiviteli alak egy folyamatosan mozgó gyártósorra van felszerelve. Ez a mozgás biztosíthatja, hogy az 5 minta minden pontja a 4 nem párhuzamos fénynek, a 7 pinhole és a 8 pozícióérzékeny detektormátrix mérete és egymástól mért távolsága által megszabott 11 detektált kúpszög tartomány minden



lehetséges szög-értékén legalább egyszer áthaladjon. A 8 pozícióérzékeny fotodetektor rendszer az alakhú leképzés miatt, az 5 mintával közel párhuzamos síkban van elhelyezve.

A 2. ábra a találmány egy lehetséges egyszerű, a vizsgálandó anyagok minőségének nagy felületeken való gyors ellenőrzésére alkalmas kiviteli alakja. A találmány szerinti 1 primér fényforrás itt, egy fényvezető kilépő apertúrája, amelynek primér fénye a virtuális fényforrásként szolgál, 12 gömbtükrön alakítódik s ez a, 4 nem párhuzamos fény világítja meg a tükörfelületűnek tekinthető 5 minta felületét. Az 5 mintáról visszaverődött 4 nem párhuzamos fény a 6 szögfelezőre helyezett 13 hengertükrök korrigálja a 12 gömbtükrök nem tengelyben lévő hatásának hatását, majd innen a 4 nem párhuzamos fény a 7 pinhole-n áthaladva éri el a 8 pozícióérzékeny fotodetektor rendszert, ami például egy CCD mátrix. Az 5 mintára beeső 4 fény polarizációs síkját 9 megvilágító oldali filmpolarizátorral állítjuk be, míg a visszavert fény polarizációját a 10 detektor oldali filmpolarizátorral, mint analizátorral határozzuk meg. Az 5 minta a saját síkjában legalább egy vonal mentén mozgatható, pl. oly módon, hogy az ábrán látható kiviteli alak egy folyamatosan mozgó gyártósorra van felszerelve. Ez a mozgás biztosíthatja, hogy az 5 minta minden pontja a 4 nem párhuzamos fénynek, a 7 pinhole és a 8 pozícióérzékeny detektormátrix mérete és egymástól mért távolsága által megszabott 11 detektált kúpszög tartománynak minden lehetséges szög-értékén legalább egyszer áthaladjon. A 2. ábrán bemutatott (pontforrás – polarizátor – fényútmódosító (fókuszáló) -minta – (korrigáló-) fényútmódosító – analizátor – pin-hole - detektor elvű) elrendezések egyik fő előnye, hogy az egyszerre megméréndő mintafelület nagyságát nem korlátozza a polarizátorok átmérője. Az elrendezés geometriai "tágítása" megoldható nagyobb fényútmódosító (pl. nagyobb gömbtükrök) alkalmazásával.

A találmány szerinti leképző optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter, ellipszométer) előnyös hatásai leginkább a mért adatok képszerű megjeleníthetőségben jelentkezik, mely a pinhole kamerás, sugármenetet nem torzító megoldásával széles szögtartományon, nagy területen tesz lehetővé egyidejű méréseket. A képszerűség sok pont szimultán mérését jelenti, így találmányunk legalább két nagyságrenddel csökkenti le egyetlen mintapont mérési idejét! A rövid mérési idő pedig lehetővé teszi a mérőberendezés gyártósori (nem laboratóriumi, mintavételes) alkalmazását aminek jelentős gyakorlati gazdasági előnyei könnyen beláthatóak.



### **Szabadalmi igénypontok:**

1. Pinhole kamerás leképző optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter, ellipszométer) azzal jellemezve, hogy egy valós-, vagy virtuális fényforrás (3) legalább egyetlen síkban nem párhuzamos (nem nyalábszerű, nem kollimált) fénye (4) esik a vizsgálandó mintára (5), s az arról visszaverődő és/vagy transzmittált fény útjába, legalább a megvilágítás síkjában, legalább egy pinhole (7), azután pedig legalább egy ernyő és/vagy, legalább egy vonal mentén lévő pontokban a fényintenzitás eloszlás mérésére alkalmas legalább egy pozíció-érzékeny fotodetektor rendszer (8) van elhelyezve.

2. Az 1. igénypont szerinti pinhole kamerás leképző optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter ellipszométer) azzal jellemezve, hogy egyetlen pinhole (7) használata esetén az, a detektált kúpszög tartomány (11) szögfelezője (6) mentén van elhelyezve.

3. Az 1. igénypont szerinti pinhole kamerás leképző optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter ellipszométer) azzal jellemezve, hogy a mérendő mintával (5) közel párhuzamos síkban van elhelyezve az ernyő és/vagy pozícióérzékeny fotodetektor rendszer (8), detektorsor, illetve mátrix.

4. Az 1.-3. igénypontok szerinti pinhole kamerás leképző és optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter ellipszométer) azzal jellemezve, nem párhuzamos megvilágításra legalább olyan méretű, a pinhole-tól (7) olyan távolságra lévő diffúz primér fényforrás (1), vagy másodlagos fényforrás van elhelyezve, mely teljesen lefedi az ernyő és/vagy detektormátrix méretéből, és a pinhole-nak (7) a detektortól számított távolságából adódó detektált kúpszög tartomány (11) által kimetszett területet a fényforrás pozíciójában.

5. Az 1.-3. igénypontok szerinti pinhole kamerás leképző optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter ellipszométer) azzal jellemezve, hogy a 4. igénypontban meghatározott detektált kúpszög tartományhoz (11) optimálisan illeszkedő, fény-nyalábalakító rendszer van elhelyezve, amely előnyösen fókuszáló elem(ek)et (lencséketet, parabola- vagy gömb- és/vagy hengertükröket (12, 13)) tartalmaz.

6. Az 1.-5. igénypontok szerinti pinhole kamerás leképző optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter ellipszométer) azzal jellemezve, hogy a fényforrás-minta (5) és/vagy a minta- pozícióérzékeny fotodetektor rendszer (8) rendszer közötti fényút közül legalább az egyikbe polarizátor van elhelyezve.

7. Az 1.-6. igénypontok szerinti pinhole kamerás leképző optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter ellipszométer) azzal jellemezve, hogy több monokromatikus fényforrás esetén azok időben váltakozva kerülnek a fényforrás

pozíciójába, míg polikaromatikus fényforrás esetén időben változó színszűrők vagy akusztóoptikus deflektor van elhelyezve a fényforrás és a minta (5) közötti fényútba.

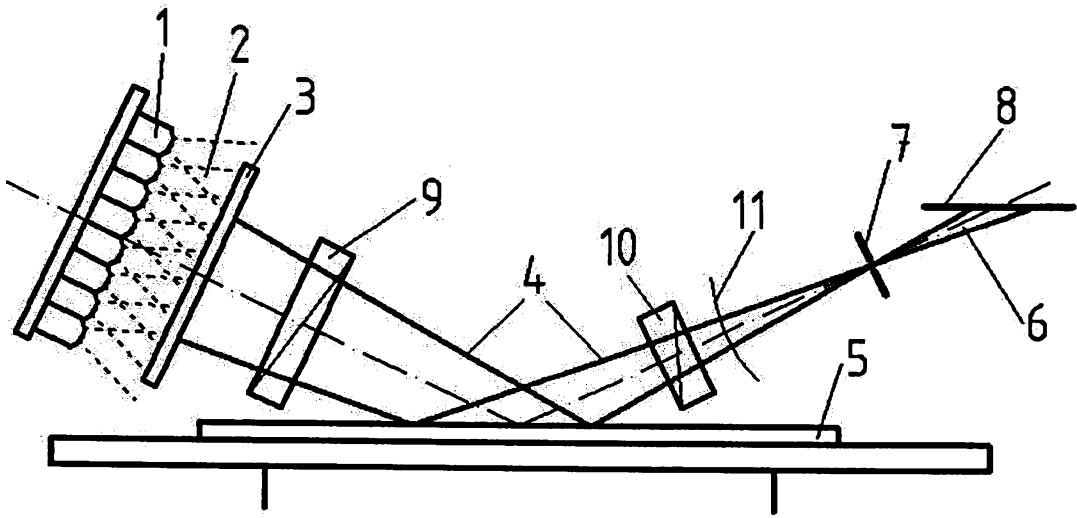
8. Az 1.-6. igénypontok szerinti pinhole kamerás leképző optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter ellipszométer) azzal jellemezve, hogy a polikromatikus fényforrás fénye egy, a mérendő minta (5) felületi merőlegesével párhuzamos síkban elhelyezett rés után esik a mérendő mintára (5) és a fény a rés és a kétdimenziós pozícióérzékeny fotodetektor rendszer (8) közötti fényútban egy spektrális bontó elemen (prizma, rács, akusztóoptikai deflektor) halad keresztül.

9. Az 1.-8. igénypontok szerinti pinhole kamerás leképző optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter ellipszométer) azzal jellemezve, hogy a vizsgálandó minta (5) egy síkban, legalább egy egyenes mentén elmozdíthatóan van elhelyezve.

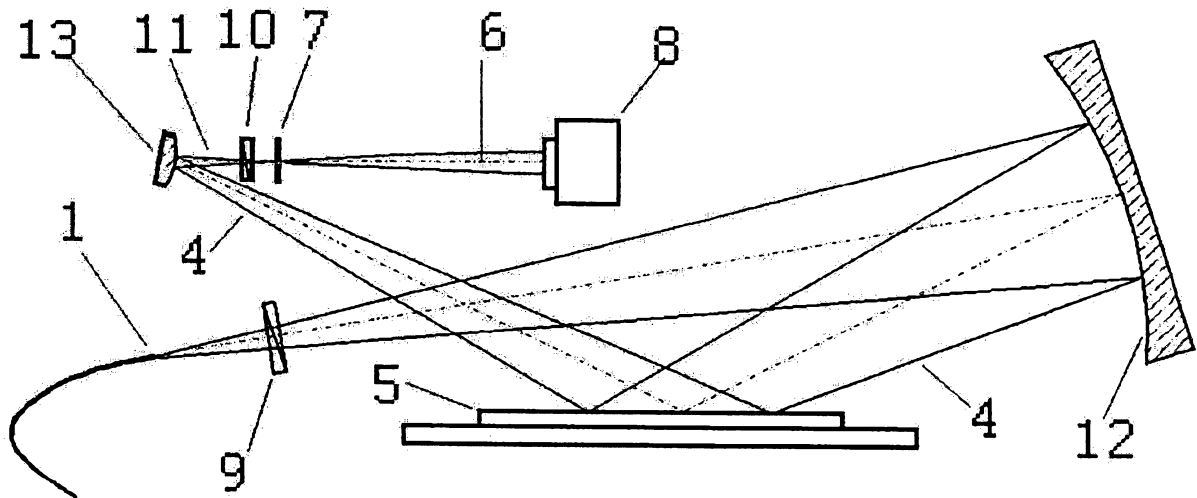
10. Az 1.-4., 6., és 9. igénypontok szerinti pinhole kamerás leképző optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter ellipszométer) kiviteli alakja azzal jellemezve, hogy primér fényforrása (1) egy kiterjedt, nagy területű sokelemes esetleg többszínű LED mátrix, aminek 2 primér fénye (2) a virtuális fényforrásként (3) szolgáló, homogenizáló matt diffúzeren, majd megvilágító oldali filmpolarizátoron (9) halad keresztül s ez a, nem párhuzamos fény (4) világítja meg a tükörfelületűnek tekinthető, legalább egy síkban elmozdíthatóan elhelyezett minta (5) felületét, amiről a visszaverődött nem párhuzamos (4) fény a detektor oldali filmpolarizátoron (10) áthaladva a szögfelezőre (6) helyezett pinhole-n (7) át, a detektált kúpszög tartományon (11) belüli részével éri el a detektorházban elhelyezett pozícióérzékeny fotodetektor rendszert (8).

11. Az 1., 2., és 5.-9. igénypontok szerinti pinhole kamerás leképző optikai vizsgáló berendezés (reflektométer, polariméter ellipszométer) kiviteli alakja azzal jellemezve, hogy a primér fényforrás (1) egy fényvezető kilépő apertúrája, melynek a megvilágító oldali filmpolarizátoron (9) áthaladó primér fénye a virtuális fényforrásként (3) szolgáló, gömbtükrön (12) formálódik, s ez, a nem párhuzamos fény (4) világítja meg a tükörfelületűnek tekinthető, legalább egy síkban elmozdíthatóan elhelyezett minta (5) felületét, amiről a visszaverődött nem párhuzamos fény (4) a hengertükrőről (13) visszaverődve, a szögfelezőre (6) helyezett pinhole-n (7) át, a detektált kúpszög tartományon (11) belüli részével éri el a pozícióérzékeny fotodetektor rendszert (8).

*L. Kócs*  
2018. 10. 15.

Rajzok**KÖZZÉTÉTELI  
PÉLDÁNY**

1. Ábra



2. Ábra