

Mechanikai feszültség hatására keletkezett változások vizsgálata műanyag szemüveglencséken képfeldolgozási módszerekkel

**Kiss Tamás¹, Kárász Géza², Ürmös Antal¹, Sándor Tamás¹,
Fried Miklós¹, Nemcsics Ákos¹**

¹Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, 1084 Budapest, 1084, Tavaszmező u. 17.

²GrandVision Hungary Kft, 1113 Budapest, Bocskai út 134.

Jelen dolgozatban műanyag szemüveglencsék mechanikai behatásra adott optikai tulajdonságváltozását vizsgáljuk. Korábbi kutatásaink alapján tudjuk, hogy a műanyag szemüveglencsék esetén a látásélmény minősége nagyban függ a befogási feszültségtől. Ebben a munkában egy új mérési elrendezést mutatnunk be, melyben a műanyaglencsék feszültség hatására bekövetkező leképzési anomáliáit vizsgáljuk egy nagy felbontású OLED-mátrix kijelző segítségével. A létrehozott elrendezés és képfeldolgozó algoritmus képes akár 10 μm nagyságú leképzési torzulás detektálására is. A munkánk során különböző lencsékét mértünk és hasonlítottunk össze.

Keywords: műanyag szemüveglencse, optikai leképzés, képfeldolgozás, mechanikai feszültség

1 Bevezetés

Az emberi népesség jelentős hányada szemüveges. Előnyös tulajdonságai miatt (könnyű, nem törik stb.) sokan használnak a szemüvegben műanyag lencsét. A szemüveglencse gyártása és a felhasználói visszajelzések során képződött adatok mutatják, hogy sok esetben a látszólag tökéletes szemüveg nem eredményez tökéletes látásélményt [1]. A nagy adathalmaz feldolgozása arra a sejtésre vezetett, hogy a tökéletlen látásélmény a lencsebefogás során létrejövő mechanikai feszültségre vezethető vissza [1]. Vizsgálatainkat polarizációs feszültségoptikai mérésekkel kezdtük. A polarizációs mintázat megjelenése, inhomogenitása és befogástól való függése egyértelműen jelezte a problémát. A látott mintázat és a különböző kamerákkal detektált mintázat jelentősen eltért egymástól, így a mérések összehasonlíthatósága vált problémássá [1]. A

vizsgálatainkat jelen munkában a leképzés-torzulás detektálásával folytattuk. A leképezendő tárgy egy OLED raszter volt, melyet a lencse túloldalán egy kamerával figyeltük és a jelet képfeldolgozó programmal értékeltük ki.

A dolgozat első részében rövid ismertetőt adunk a műanyag lencséről ill. a mérés előzményeit mutatjuk be. Cikkünk következő részében a mérési elrendezésünket és ennek működését ismertetjük. Majd néhány mérési eredménnyel illusztráljuk a mérés hatékonyságát. A dolgozat végén a továbblépés lehetőségeit vázoljuk fel.

2 Néhány szó a műanyaglencséről

A műanyag szemüveglencsék anyagai különféle polimerek. A polimerizáció során telítetlen, vagyis kettős kötésű monomer vegyületek azonos molekulái egy nagy molekulává egyesülnek többnyire melléktermék keletkezése nélkül. Ez végbe mehet nemcsak azonos monomerekkel, de kettő, vagy akár három különböző monomerrel is [4]. Műanyag szemüveglencsék anyagaként általában CR-39 jelű (poli-allildiglikol-karbonát) és a PMAA (plometil-metakrilát), PC (plokarbonát) használatos[5]. Leggyakrabban a CR-39 jelűt használják, melyet a második világháború során állították elő. A 39-es szám egy sikeres kísérletsorozatra utal [5]. Ennek a polimernek fontosabb tulajdonságai a következők: törésmutatója 1.50, Abbe száma 57.8, nagy törés- és karcállóságú, könnyű, optikailag tiszta és színezhető [5]. A műanyag lencsét öntéssel eljárással gyártják, melynél egy előre elkészített öntőformába juttatják, majd polimerizálják és hőkezelik [1, 6]. A polimerizáció során az anyag zsugorodik, ezért belső feszültségek keletkeznek. A Tapasztalat szerint ezek a feszültségek nem rontanak a látásélményen, ráadásul a hőkezeléssel minimális szintre csökkennek [6]. A lencsék anyagát a törésmutatón kívül az ún. Abbe számmal jellemezzük [5].

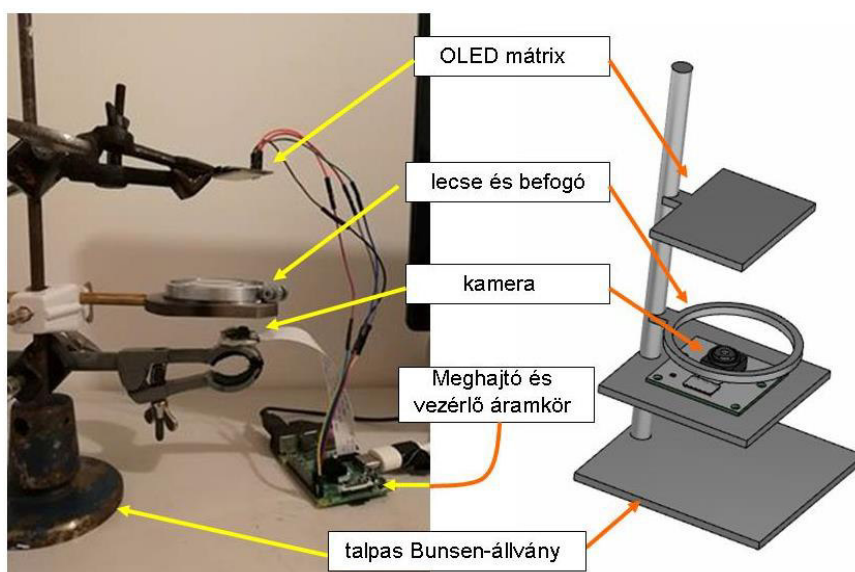
3 Kísérleti rész

3.1 Mérési elrendezés

A mérési elrendezés az 1. ábrán látható. A leképezendő tárgy egy OLED mátrix-kijelző. A detektálás egy kamerával történt. E kettő közé került a lencsebefogó a lencsével. A befogás egy csavaros bilincssel történt, ahol a befogó csavar meghúzásának erősségét egy precíziós nyomatékkulccsal mértük. A mérés egyes elemei egy laboratóriumi talpas Bunsen-állvány függőleges rúdja csavaros dióval felerősített nyeles szűrőkarikák segítségével történt. Ezekre a fém keretekre erősítettük fel a mérés egyes elemeit. Ez azért volt előnyös, mert így szabadon változtathattuk az egyes elemek egymáshoz képesti helyzetét. A szemüveglencse

laterális képképzési inhomogenitását figyelembeveendő a mérési elrendezés úgy került kialakításra, hogy vízszintes irányba is mozgatható legyen mind a kamera mind pedig a kijelző. Erre főképp a későbbi vizsgálatokhoz volt szükség, kiszűrendő minden lehetséges hibaforrást, valamint további paraméterek meghatározásához.

A vezérlő és képfeldolgozó program Python nyelven írt kóddal működik. A mérés és az alábbi szekvencia alapján történik: 1. a kamera és az OLED mátrix konfigurálása, 2. képkészítés, 3. a középpontok és a kontúrok meghatározása, 4. mentés. Ez után történik a lencsebefogó megfeszítése, majd újból az előző szekvencia, majd az így készült két kép összehasonlítása következik.



1. ábra

A szemöveglencse vizsgáló mérési összeállítás

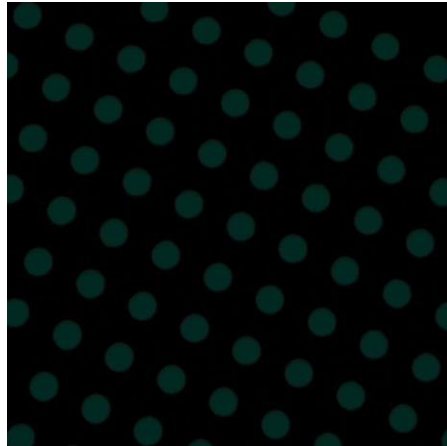
3.2 A mérés menete

A lencse alumínium gyűrűbe való behelyezése után a megfelelő fényviszonyok beállítása következett. Ez után készült egy kép a nyugalmi, azaz előfeszítetlen állapotról, mely a további mérések referenciájául szolgált. A kamera és a kijelző távolsága kb. 10 cm. A váz elmozdítása nélkül, a befogó gyűrű kivétele után precíziós nyomaték kulcs segítségével megtörtént a meghatározott előfeszítés. Majd az óvatosan visszahelyezett lencséről elkészült egy másik kép. A legalább 5 mérési pont felvétele érdekében a nyomaték-változást 5 Nm-el növeltük, így a következő értékeken történt a mérés: 5 Ncm, 10 Ncm, 15 Ncm, 20 Ncm, 25 Ncm,

30 Ncm. Minden nyomatéknál készült kép, melyet egy adott mappában tárolt a program. Ez a folyamatot vittük végig több különböző lencsék esetére.

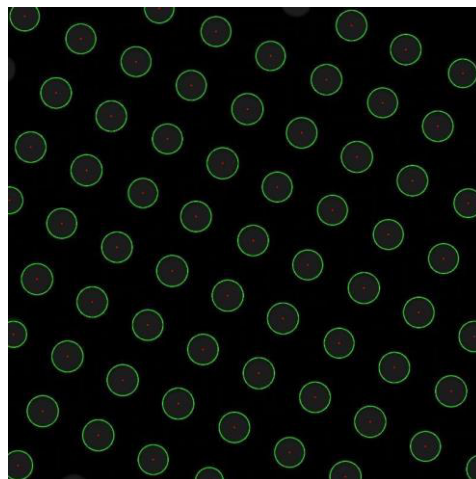
3.3 Képfeldolgozás

A képfeldolgozási lépések után az OLED kijelzőről a 2. ábrán látható képet kaptuk. Ezután detektáltuk a képen lévő köröket, melyekből számoltuk az elmozdulást.



2. ábra

OLED-mátrixról készült kép a képfeldolgozás után



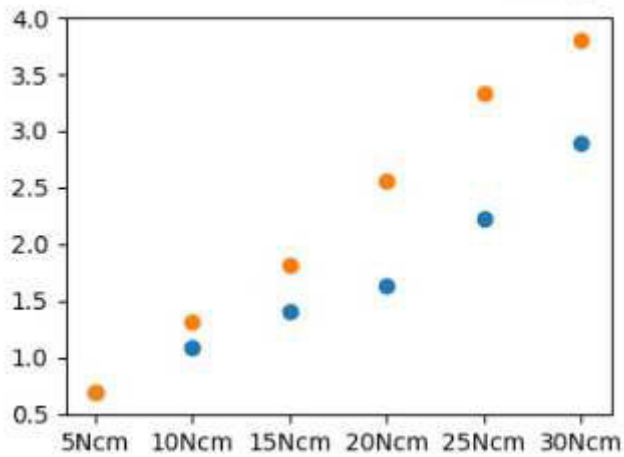
3. ábra

A 2. ábra alapján meghatározott kontúrok

4 Mérési eredmények

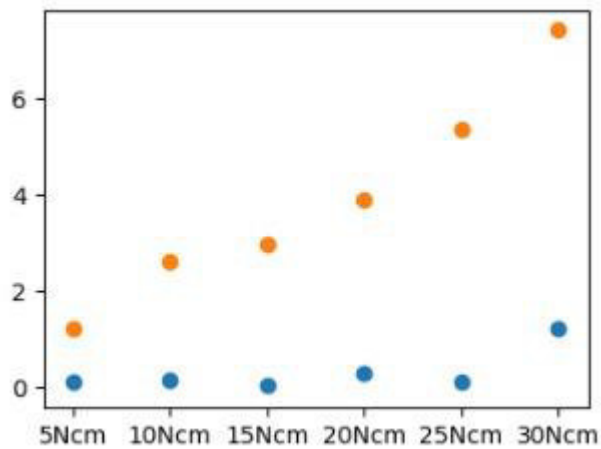
Az OLED mátrixon két fénypont távolsága 0,23 mm. Az elkészült képeken minden hatodik világít, így ki tudjuk számolni az 1 pixelnyi elmozdulást mikrométerben. A középpontok távolságából meghatározva 8,46 fénypont fér el 1500 pixelen. Így $(6 \text{ db fénypont} \times 0,23 \text{ mm} \times 8,46 \text{ db fénypont} = 11,67 \text{ mm})$ 1500-nek 11,67 mm felel meg. Az elmozdulás mérésének felbontása $[(11,67 \text{ mm} / 1500 \text{ pixel}) \times 1000 = 7,76 \text{ }\mu\text{m}]$ elég jó, 1 pixelnyi változásnak 7,76 μm felel meg. Nulla dioptriás lencsével végzett mérésből az alábbi eredmények születtek (lásd táblázat). A mérések több mérés átlagából születtek.

Előfeszítési nyomaték	Detektált pixel elmozdulás x tengely [pixel]	Számított elmozdulás x tengely [μm]	Számított elmozdulás y tengely [μm]	Detektált pixel elmozdulás y tengely [pixel]
5Ncm	-0,5	-3,88	0,69	5,35
10Ncm	-1,09	-8,45	1,32	10,24
15Ncm	-1,41	-10,96	1,82	14,12
20Ncm	-1,64	-12,73	2,56	19,87
25Ncm	-2,22	-17,22	3,34	25,92
30Ncm	-2,89	-22,43	3,81	29,57



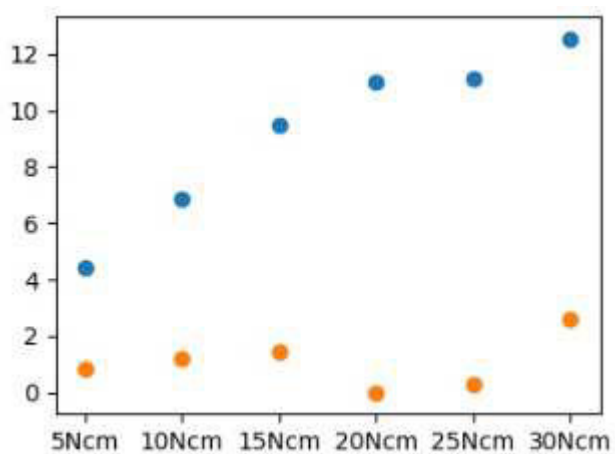
4. ábra

Nulla dioptriás lencsén mért elmozdulások mértéke: narancssárga: |Y| elmozdulás [pixel]
 kék: |X| elmozdulás [pixel]

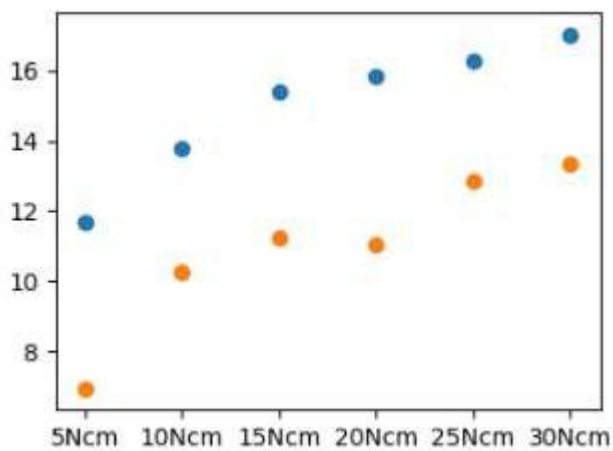


5. ábra

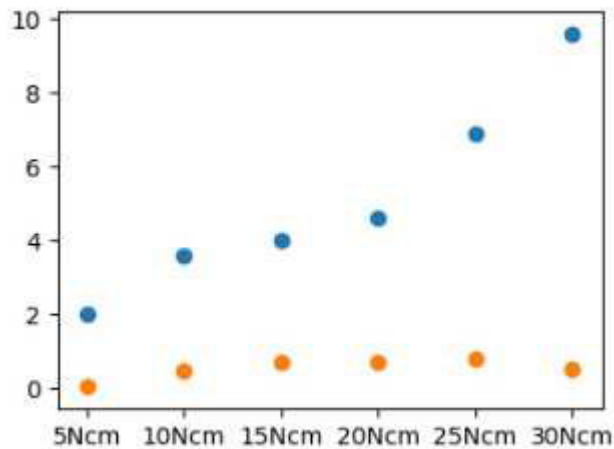
+1 dioptriás lencse vizsgálatának eredményei pixelekből, narancssárga: |Y| elmozdulás [pixel],
 kék: |X| elmozdulás [pixel]



6. ábra
+2 dioptriás lencse vizsgálatának eredményei pixelekben, narancssárga: |Y| elmozdulás [pixel],
kék: |X| elmozdulás [pixel]

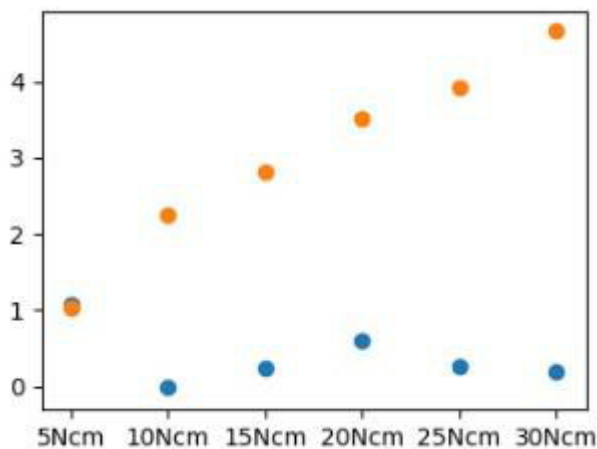


7. ábra
+5 dioptriás lencse vizsgálatának eredményei pixelekben, narancssárga: |Y| elmozdulás [pixel],
kék: |X| elmozdulás [pixel]



8. ábra

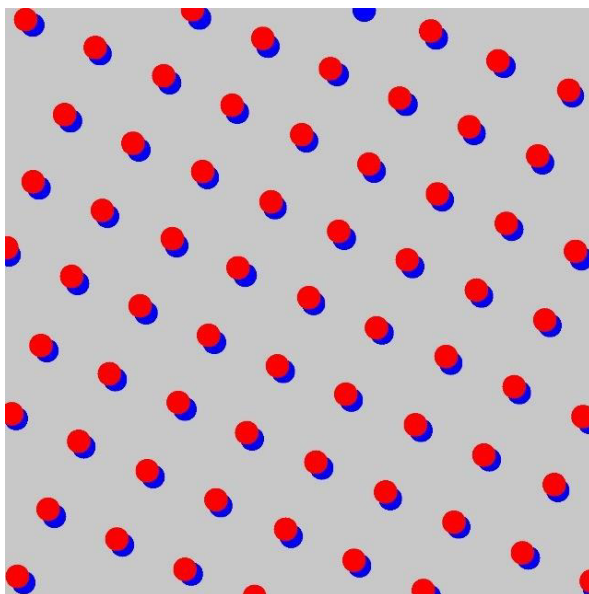
-1 dioptriás lencse vizsgálatának eredményei pixelekből, narancssárga: $|Y|$ elmozdulás [pixel],
kék: $|X|$ elmozdulás [pixel]



9. ábra

-2 dioptriás lencse vizsgálatának eredményei pixelekből, narancssárga: $|Y|$ elmozdulás [pixel],
kék: $|X|$ elmozdulás [pixel]

Az elmozdulás szemléltetésére generáltuk az alábbi ábrát, ahol a piros körök a referencia állapotot mutatják, míg a kék körök a mechanikai feszültség hatására történő leképzési elmozdulást reprezentálják.



10. ábra

+5 dioptriás lencse 30Ncm-es előfeszítési nyomatékából származó elmozdulás mértéke, piros: eredeti ábra (0 Ncm), kék maximálisan megfeszített állapot (30 Ncm)

Konklúzió

A dolgozatban a mechanikai feszültség leképzésre tett hatását vizsgáltuk. Méréseinkből látható, hogy a keret okozta befogási feszültség módosítja a leképzést. Mivel a korábbi polarizációs feszültségoptikai mérésünket nem tudtuk kvantitatívvá tenni, ezért a jelen mérésünket mindenképpen eredménynek könyvelhetjük el.

További vizsgálatokat folytatunk a lencse típusok, a lencse vastagságok és a vizsgáló fény hullámhossza tekintetében. Észrevettük, hogy a befogás relaxációja véges idejű. További vizsgálatainkban szerepel a folyamat reverzibilitásának ill. hiszterézisének feltérképezése.

Hivatkozások

- [1] Kárász Géza: Műanyag szemüveglencsék optikai tulajdonságainak mechanikai feszültségtől való függésének vizsgálata (BSc szakdolgozat) OE-BGK (2017) T003037/FI12904/B
- [2] <http://uni-obuda.hu/users/balazsz/FizikaIInev%E9dett/Latas.pdf>
- [3] Budó Ágoston, Mátrai Tibor: Kísérleti Fizika III. (Optika és Atomfizika) TK, Bp (1977)
- [4] Czvikovszky Tibor, Nagy Péter, Gaál János: A polimertechnika alapjai (2007)
- [5] Rózsa Sándor: A szemüveglencsék anyag és gyártásismerete; Semmelweis Egyetem, Bp (2003)
- [6] Paolo Baiocchi; Gian G. Giani: Process for the Manufacture of Spectacle Lenses Made of Diglycol Allyl Carbonate or the Like; Parma, US4260564A