

TK. 154. 989

KFKI-74-73

HALÁSZ A.

MÉRŐBERENDEZÉS FOLYADÉKKRISTÁLYOK  
OPTIKAI TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATÁRA

*Hungarian Academy of Sciences*

CENTRAL  
RESEARCH  
INSTITUTE FOR  
PHYSICS

BUDAPEST



KFKI-74-73

MÉRŐBERENDEZÉS FOLYADÉKKRISTÁLYOK OPTIKAI TULAJDONSÁGAINAK  
VIZSGÁLATÁRA

Halász A.

Központi Fizikai Kutató Intézet, Budapest  
Kémiai Főosztály

KIVONAT

Ismertettük egy folyadékkristályok elektrooptikai tulajdonságainak vizsgálatára alkalmas transzmissziómérő berendezés összeállítását, az ehhez használt cellatípust és az eredmények célszerű megadási formáját.

A. Халас

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

АННОТАЦИЯ

Описывается сборка установки для измерения трансмиссии, пригодной для исследования электрооптических свойств жидких кристаллов, тип применяемой ячейки и целесообразная форма выдачи результатов.

A. Halász

SET-UP FOR STUDYING OPTICAL PROPERTIES OF LIQUID CRYSTALS

ABSTRACT

The paper reports the lay-out of a transmission meter suitable for testing the electro-optical properties of liquid crystals. A description is given of the cell type used and of a practical method of presenting the results.

## 1./ BEVEZETÉS

A folyadékkristályok szimmetria szempontjából a folyadékok és a kristályok között foglalnak helyet, mert szerkezetük rendelkezik bizonyos hosszutávú rendezettséggel, de ez nem három dimenziós. Általában három fajta - szmektikus, nematikus és koleszterikus-folyadékkristályt különböztetünk meg. Mivel ezek sajátosságait az irodalomban már számos helyen részletesen ismertették [1,2,3], így ezeket itt most nem érintjük.

A folyadékkristályok fizikai tulajdonságai a pálcika alakú molekulák rendezettségétől függően különböző mértékben anizotrópok. Ez azonban csak akkor nyilvánul meg, ha a kisebb egykristály egységeket, amelyek összeállva jellegzetes texturát mutatnak, valamilyen módon orientáljuk. Ez az orientáció történhet fizikai vagy fizikai-kémiai behatásokkal, és meglehetősen könnyen végbemegy [2,4]. Mivel a folyadékkristályos tartomány maga is hőmérsékletfüggő, a fizikai tulajdonságok is erősen változnak a hőfokkal [4].

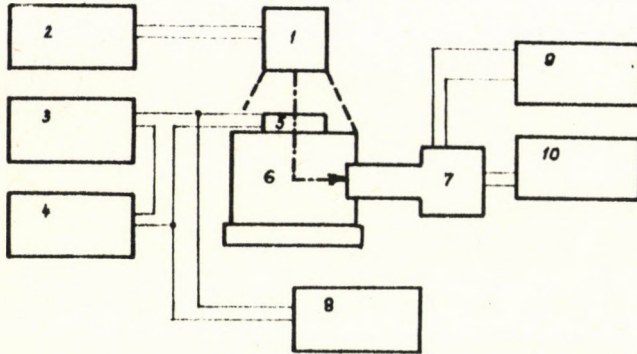
Megjelenítésre jelenleg leggyakrabban a nematikus folyadékkristályok elektrooptikai effektusait használják fel. Ezek az elektrolumineszcens vagy más világító megjelenítőkkal ellentétben nem bocsátanak ki fényt, hanem elektromos vagy mágneses hatásra az optikai sűrűségüket változtatják meg jelentősen, azaz a fényáteresztő képességük változik. A változás nagysága és minősége függ a gerjesztési viszonyoktól.

## 2./ A MÉRŐKÉSZÜLÉK ISMERTETÉSE

Az optikai tulajdonságok vizsgálata transzmissziómérésre vezethető vissza. Az ezen az alapelven működő, általunk [5] leírása nyomán összeállított berendezés sémája látható az 1. ábrán.

A készülékkel szemben a következő igényeket támasztottuk:

- 1./ Ha a detektáló fénynyaláb abszolút intenzitás mérésére nem is, de relativ intenzitásmérésre, azaz transzmissziómérésre alkalmas legyen.



1. ábra

Transzmisszió-mérő berendezés vázlatja

1 lámpa; 2 stab. tápegység;  
3 generátor; 4 nA-mérő;  
5 cella; 6 mikroszkóp;  
7 fotoelektronsokszorozó;  
8 V-mérő; 9 nagyfesz. tápegység;  
10 regisztráló műszer.

- 2./ A mért jel és transzmisszió közti kapcsolat lehetőleg lineáris legyen.
- 3./ A mérések reprodukálhatók legyenek, a kalibráló egyenes meredeksége ne változzék.
- 4./ Tranziens folyamatok nyomonkövetésére is alkalmas legyen.

Az összeállítás négy áramkört tartalmaz:

- a./ a megvilágítás egyenfeszültségű stabilizátorral történik;
- b./ a fotomultiplier nagyfeszültségű stabilizátorról működik;
- c./ a cella gerjesztése az üzemmód szerint lehet egyenáramu, váltakozó áramu vagy impulzus-generátor. A gerjesztőkörbe mérőeszközök is iktathatók;
- d./ a regisztrálás a gerjesztéstől függően oszcilloszkópos, voltmérős vagy nano-ampermérős stb. lehet.

A tartóállvány, illetve érzékelőfej szerepét egy Epityp-2 típusú Zeiss fémmikroszkóp látja el. A zavaró hatások elkerülésére a cella védve van a külső fénytől /szaggatott vonal/. A mikroszkóp alaptestként való használatának a következő előnyei vannak:

- a./ A tárgyasztal megfelelő tartóállvány szerepét látja el és biztosítja a fotoelektronsokszorozóval /EMI 6256 typ./ a kapcsolatot. Ez a mikroszkóp oldalsó, fotofeltét nyílásán át lehetséges.
- b./ Mivel a vizsgált elektrooptikai effektus szögfüggő lehet, arról is gondoskodni kell, hogy az érzékelőfej /az objektív/ mindig azonos nagyságot és szögtartományt vizsgáljon az anyagból. Ezt a kép élesre állításával érhetjük el.

- c./ Vizsgálat közben az adott minta megfigyelhető, illetve az okulár helyére helyezett mikrofotofeltét segítségével le is fényképezhető.
- d./ A készülék mind át-, mind rávilágításos vizsgálatokra alkalmas; ez az Epityp-2 felépítéséből adódik.  
/Mivel a rávilágításos vizsgálatok a reflexiók miatt bonyolultabbak, mi csak átvilágításos vizsgálatokat végeztünk./

A lámpa fényét körülbelül az objektivre fókuszáltuk. Mivel a lámpa-objektív távolság állandó volt, a tárgyasztal mozgása teljes átvilágításkor vagy kalibrálásakor egyszerű szürke szűrők használata esetén nem okozott változást.

A gerjesztő áramkörök generátorból és árammérőből állnak. Problémát a zavarzsűrés okozhat, mivel kicsi,  $10^1$ - $10^4$  nA nagyságrendű áramok folynak.

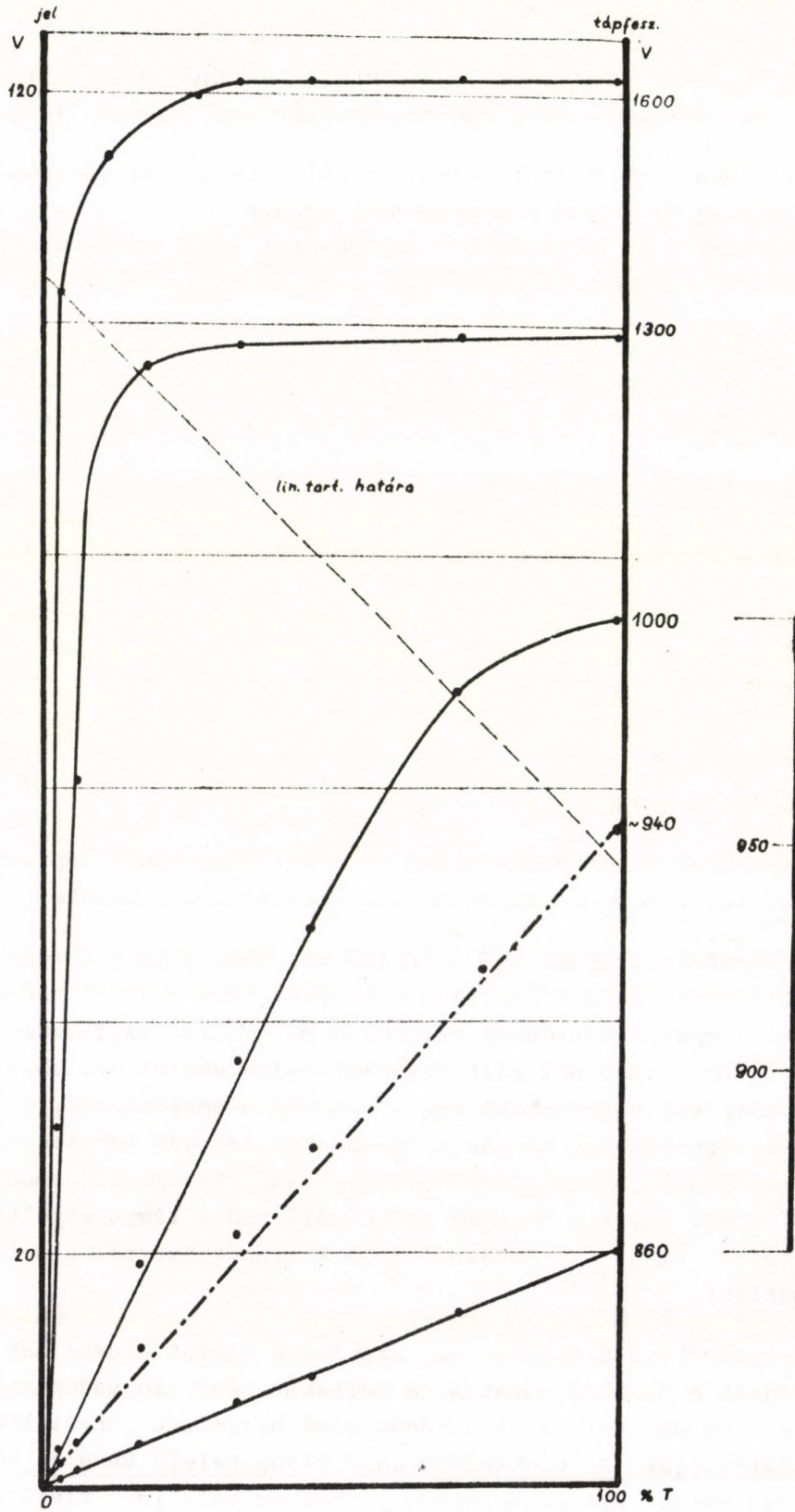
A regisztráló áramkörök a mérés pontosságát döntően befolyásolhatják. A mérési hiba az oszcilloszkópos regisztrálásnál a legnagyobb / $\sim 5\%$  transzmisszió/.

### 3./ A KÉSZÜLÉKEK KALIBRÁLÁSA

A készülék a lámpafeszültség és a fotosokszorozó tápfeszültségének változtatásával, illetve a fényutban elhelyezett fényszűrőkkel szabályozható.

A lámpafeszültséget úgy állítjuk be, hogy a fény intenzitása a szemmel történő megfigyelés számára optimális legyen. Ezután adott szűrés mellett és meghatározott lámpafeszültségnél különböző multiplier tápfeszültségeken végigmérünk egy szürke szűrőkből álló transzmissziós skálát /2. ábra/. Ebből lineáris interpolációval határozható meg a maximális meredekségű, de még a teljes transzmisszió-tartományban lineáris egyeneshez tartozó nagyfeszültség-érték. A stabilizátorok és a hálózati feszültség ingadozása miatt a munkapont kismértékben eltolódhat. Ezért a mérések előtt célszerű a lámpafeszültség változtatásával a teljes átvilágítási értéknél /100 % transzmisszió/ a helyes munkaegyenesre visszaállni.

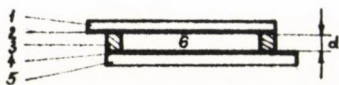
Mérőcelláknak általában un. szendvics cellát használnak [2,3]. Sematikus rajzát a 3. ábra mutatja. A cellában lévő folyadékkristály réteg vastagsága kb. 50  $\mu\text{m}$ , ezt az elektródák közé helyezett speciális /pl. Mylar/ távtartók biztosítják. Az elektródréteg a pánparalell üveglap belső felére felvitt ón-dioxid réteg. Ezt meglehetősen nehézkes volt [3] kielégítő minőségben előállítani.



2. ábra

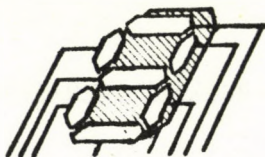
Kalibráló egyenes meghatározása adott nagyfeszültségen mért transzmissziós görbék alapján, lineáris interpolációval

3. ábra



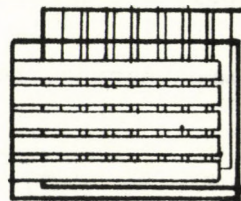
Szendvics cella felépítésének sematikus rajza.  $d = 50 - 100 \mu\text{m}$ . 1,5 üveglemezek; 2,4  $\text{SnO}_2$  - elektródréteg, 3 távtartó, 6 folyadékkristály.

Az elektródréteg mintázata lehet mátrix vagy hételemes típusu /4. ábra/.



a.  
hételemes

4. ábra



b.  
mátrix típusu

folyadékkristályos cellák

Az alsó réteg készülhet fényvisszaverő Ni, Cr vagy Al anyagokból, ez esetben reflexiós cellákról beszélünk. Egy jó minőségű ón-dioxidos cella 70-80 % transzmisszióju, ellenállása 100-500 Ohm/□. [2]

4. AZ EREDMÉNYEK CÉLSZERŰ MEGFORMULÁZÁSA

A mérési eredményeket elvileg kétféle módon adhatjuk meg: vagy transzmisszióértékkal, vagy kontrasztviszonnyal.

A transzmisszió  $T_i = \frac{I_i}{I_0} = \text{konst } U_i$

ahol  $I_0$  a minta nélküli teljes fényintenzitás;

$I_i$  a cellán mért aktuális fényintenzitás;

$i=1$  az elektromos előfeszítés nélkül;

$i=2$  elektromos feszültség jelenlétében;

$U_i$  a mért elektromos jel,

a kontrasztviszony pedig a

$$K = \frac{I_1}{I_2} = \frac{T_1'}{T_2'}$$

kifejezéssel adható meg.

A kontrasztviszonyos megadás azzal az előnnyel kecsegtet, hogy a kalibráló

egyenes  $U = aT$  homogén lineáris alakja esetén  $K = \frac{U_1}{U_2}$  alakra egyszerűsödik, azaz egy bizonyos kontrasztértékhez tartozó jelhányados közömbös az  $|a|$  érzékenységi tényező hosszuidőállandója megváltozásával szemben.

Viszont ha hibaszámítást végzünk:

$$(\delta K)^2 = \left(\frac{\partial K}{\partial T_1} dT_1\right)^2 + \left(\frac{\partial K}{\partial T_2} dT_2\right)^2$$

és figyelembe vesszük, hogy  $dT_1 \sim dT_2 = k\sigma/k=2+4$ ;  $\sigma$  a korrigált empirikus szórási, akkor

$$\sigma K = \frac{k\sigma}{T_2} \sqrt{T_2^2 + T_1^2} \quad \frac{\sigma K}{K} = \frac{k\sigma}{T_1 T_2} \sqrt{T_2^2 + T_1^2}$$

Mivel  $T_2$  a valóságban kis érték /5-10 %/,  $k\sigma = 1$  % transzmissziós hiba is megbizhatatlanul pontatlannak és nem reprodukálhatónak tüntetné fel méréseinket. Ezért a transzmisszióértékek megadásánál maradtunk.

## 5. AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

Az irodalmi adatok 1-200 nagyságu kontrasztviszony-értékekről számolnak be [4]. Az utóbbi adatot lézerefényes átvilágítással érték el. Az ehhez képest általunk elért  $K = 2-5$  nagyságu eredmény csekélynek tűnik.

Felmerül a kérdés, érdemes-e lézerefényes átvilágítást alkalmazni, hogy nagyobb kontrasztviszonyokat mérhessünk.

Mi úgy gondoljuk, hogy nem, mert:

- a./ A valóságban sem lehet minden cella mögé lézert helyezni, és a készüléknek a valóságos adatokat kell mérnie.
- b./ A nagy kontrasztviszony igen nagy mérési pontosságot igényel, ami a készülék bonyolultságát és drágulását vonná maga után.
- c./ Esetleg a fényszórás szögfüggőségének vizsgálata indokolná ezt, ez azonban nem volt célunk.
- d./ Az igen erős fény a vizuális megfigyelést megnehezíti.

Az általunk mért adatok jellege megegyezett az irodalomban közöltekkel,

a készülék viszonylagos egyszerűsége mellett alkalmas volt a különböző gerjesztési módok egyen- és váltó feszültségű, valamint impulzusjellegű elektrooptikai hatásának vizsgálatára, azaz feladatának megfelelt.

#### Irodalomjegyzék

- [1] Folyékony kristályos kijelzők /VEB Televízió-elektronika Berlin/, Radio Fernsehen Elektronik 2 42-44 /1973/
- [2] L.A. Goodman: J. Vac. Sci. Technol. 10 N<sup>o</sup>5 Sept/Okt /1973/
- [3] Halász A.: Mátrix típusu folyadékkristályos megjelenítő készítése és vizsgálata. Diplomamunka B.Műsz. Egy. Vegyészmérnöki Kar /1974/
- [4] B. Braner D. Demus H. Klose: Probleme der Festkörperelektronik, Berlin /1972/
- [5] H. Gruler, G. Meier: Mol. Cryst. Liq. Cryst. 12 289-298 /1971/









G2149



Kiadja a Központi Fizikai Kutató Intézet  
Felelős kiadó: Kósa Somogyi István, a KFKI  
Szilárdtestkutatási Tudományos Tanácsának  
szekcióelnöke  
Szakmai lektor: Gázsó János  
Példányszám: 220 Törzsszám: 74-10.518  
Készült a KFKI sokszorosító üzemében,  
Budapest, 1974. október hó