

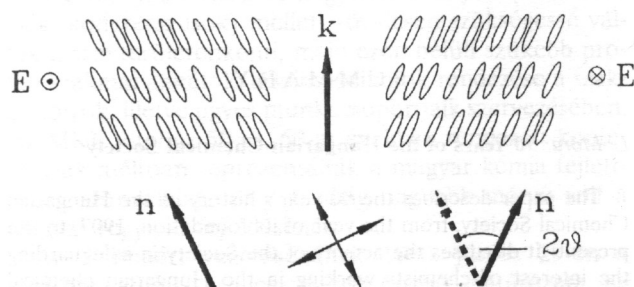
BATA LAJOS*
ÉBER NÁNDOR*
FODORNÉ CSORBA KATALIN*
VAJDA ANIKÓ*

Bevezetés

Közleménysorozatunk első részében [1] olyan anyagcsaládot mutattunk be, melyet nematikus fázisú folyadékkristályokat hasznosító megjelenítőkből kívánunk használni. A jelen közleményben a 15. Nemzetközi Folyadékkristály Konferencián ismertetett szmektikus folyadékkristályok közül válogattunk, hogy a ferro-, ferri- és antiferroelektromos folyadékkristályok előállítására és hasznosítására mutathassunk példát.

Ferro-, ferri- és antiferroelektromos folyadékkristályok

A sokféle szmektikus szerkezet [2] közül a gyakorlat számára a dőlt szmektikus fázis (SmC) bizonyult a legfontosabbnak, miután a fizikusok rájöttek arra, hogy a királis molekulákból felépülő szmektikus C fázisban (SmC*) a szmektikus rétegen belül a direktorra merőlegesen *spontán polarizáció* (P_s) jelenik meg [3]. E spontán polarizáció annak köszönhető, hogy a rétegekben dőlt elhelyezkedő királis molekulák hossz tengely körüli forgása gátoltá válik, így a molekula hossz tengelyére merőleges dipólusmomentum nem átlagolódik ki teljesen [4]. Az elektromos tér és a spontán polarizáció kölcsönhatása e *ferroelektromos* folyadékkristályokban azt eredményezi, hogy a tér előjelváltásakor a polarizáció iránya is ellentétesre változik, ami a direktor 2ϑ szögű elfordulásával jár együtt (1. ábra). E jelenség, amint azt a közleménysorozatunk harmadik részében [5] látni fogjuk, igen gyors, néhány μs kapcsolási idejű kijelző ké-



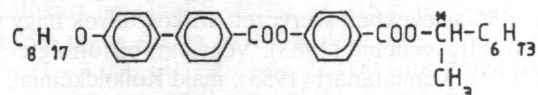
1. ábra. A ferroelektromos gyors kapcsolás elve SmC* folyadékkristályokban

k a szmektikus rétegnormális; n a direktor; E az elektromos tér; ϑ a dőlésszög. Az elektromos tér és a vele párhuzamos spontán polarizáció a lap síkjára merőlegesen befelé (jobb oldalon) illetve kifelé (bal oldalon) mutat. A tér előjelváltásakor a direktor (az optikai tengely) 2ϑ szögű elfordul, ezáltal keresztezett polarizátorok között a folyadékkristály réteg világos állapotból (jobb oldalt) sötétre (bal oldalt) vált át.

* MTA KFKI Szilárdtestfizikai Kutatóintézet, Budapest

szítését teszi lehetővé (ez kb. 1 000-szer gyorsabb, mint a hagyományos nematikus folyadékkristály kijelző!).

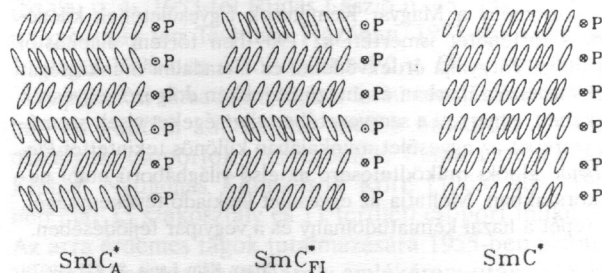
Az új ferroelektromos anyagok kutatása során japán vegyészeknek hamarosan sikerült *antiferroelektromos* és *ferrielektromos* tulajdonságú anyagokat is előállítani. Az (R)-[4-(1-metil-heptil-oxi-karbonil)-fenil]-4'-oktil-oxi-bifenil-4-karboxilát (MHPOBC), azaz



a Kr 84 °C SmC_A* 118,4 °C SmC_{FI}* 119,2 °C SmC* 120,9 °C SmC_α* 122 °C SmA* 148 °C I. fázisátmeneti sémát mutatja [6]. Az antiferroelektromos fázisban (SmC_A*) a szmektikus rétegekben a dőlés iránya rétegről rétegre változik, így a polarizáció iránya rétegenként ellentétes, mint azt a 2. ábrán láthatjuk. A ferrielektromos fázisban (SmC_{FI}*) több réteg polarizációja mutat az egyik irányba, mint a vele ellentétes irányba, így az eredő polarizáció kisebb, mint az SmC* fázisban, de nem nulla, mint az SmC_A* fázisban. Az SmC_α* fázis felépítése igen komplex, ezzel itt nem foglalkozunk.

Új anyagok ferroelektromos kijelzőkhöz

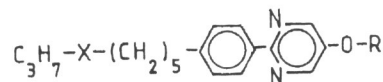
A ferroelektromos folyadékkristály-kijelzők az anyagok fizikai tulajdonságaira (SmC* hőmérséklet-tartomány, spontán polarizáció, törésmutató anizotrópia, viszkozitás stb.) olyan követelményeket támasztanak, melyeket rendszerint csak sokkomponensű elegyekkel lehet kielégíteni (akárcsak a nematikus anyagoknál). Az elegykészítést megkönnyíti, hogy a ferroelektromos folyadékkristály elegy nem minden komponensének kell feltétlenül SmC* fázissal rendelkeznie, vagy akár királisnak lennie. Így például az SmC* hőmérséklet-tartomány szélesítése igen gyakran nem királis, SmC fázisú, folyadékkristályok hozzáadásával történik.



2. ábra. A molekulák elrendeződése az antiferroelektromos (SmC_A*) a ferrielektromos (SmC_{FI}*) és a ferroelektromos (SmC*) fázisokban

Jobbra dőlő molekulák esetén a réteg P polarizációja a lap síkjára merőlegesen befelé, balra dőlő molekulák esetén pedig kifelé mutat.

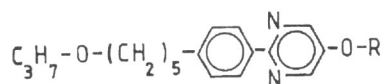
Fenil-pirimidin éterek és diéterek



Jelölés	<i>m</i>	R–	–X–	Fázisátmenetek, °C
1	8	–C ₈ H ₁₇	–CH ₂ –	Kr 36 SmC 53 SmA 85 I
2	8	–CH ₂ –CH=CH–C ₅ H ₁₁ (E)	–CH ₂ –	Kr 56 SmC 65 SmA 82 I
3	8	–(CH ₂) ₂ –CH=CH–C ₄ H ₉ (Z)	–CH ₂ –	Kr 52 (SmA 44) I
4	8	–(CH ₂) ₃ –CH=CH–C ₃ H ₇ (E)	–CH ₂ –	Kr 47 SmC 52 SmA 82 I
5	8	–(CH ₂) ₄ –CH=CH–C ₂ H ₅ (Z)	–CH ₂ –	Kr 38 SmC 44 SmA 58 I
6	8	–(CH ₂) ₅ –CH=CH–CH ₃ (E)	–CH ₂ –	Kr 51 SmA 86 I
7	8	–(CH ₂) ₆ –CH=CH ₂	–CH ₂ –	Kr 34 SmC 38 SmA 77 I
8	8	–C ₈ H ₁₇	–O–	Kr 8 SmC 47 SmA 69 I
9	8	–CH ₂ –CH=CH–C ₅ H ₁₁ (E)	–O–	Kr 36 SmC 58 SmA 63 I
10	8	–(CH ₂) ₂ –CH=CH–C ₄ H ₉ (Z)	–O–	Kr 38 I
11	8	–(CH ₂) ₃ –CH=CH–C ₃ H ₇ (E)	–O–	Kr 32 SmC 43 SmA 62 I
12	8	–(CH ₂) ₄ –CH=CH–C ₂ H ₅ (Z)	–O–	Kr 10 SmC 33 SmA 37 I
13	8	–(CH ₂) ₅ –CH=CH–CH ₃ (E)	–O–	Kr 21 SmA 70 I
14	8	–(CH ₂) ₆ –CH=CH ₂	–O–	Kr 15 SmC 35 SmA 60 I

2. táblázat

Az 5-[(E)-alk-enil-2-oxi]-2-(4-[5-propil-oxi-pentil]-fenil)-pirimidin homológ sor.
 $\Delta T(\text{SmC})$ az SmC fázis hőmérséklet-tartománya



Jelölés	<i>m</i>	R–	Fázisátmenetek, °C	$\Delta T(\text{SmC}), ^\circ\text{C}$
15	6	–CH ₂ –CH=CH–C ₃ H ₇ (E)	Kr 47 SmA 56 I	–
16	7	–CH ₂ –CH=CH–C ₄ H ₉ (E)	Kr 20 SmA 41 I	–
9	8	–CH ₂ –CH=CH–C ₅ H ₁₁ (E)	Kr 36 SmC 58 SmA 63 I	22
17	9	–CH ₂ –CH=CH–C ₆ H ₁₃ (E)	Kr 51 SmC 60 I	9
18	10	–CH ₂ –CH=CH–C ₇ H ₁₅ (E)	Kr 44 SmC 65 I	21
19	11	–CH ₂ –CH=CH–C ₈ H ₁₇ (E)	Kr 50 (Sm3 49) SmC 68 I	18
20	12	–CH ₂ –CH=CH–C ₉ H ₁₉ (E)	Kr 53 Sm3 59 SmC 71 I	12

a zárójel monotróp fázisátmenetet jelöl
m az R– lánc szénatomszáma

A Hoffmann–La Roche cég kutatói kifejezetten ilyen célból kerestek alacsony hőmérsékleten szmektikus C-fázist mutató anyagokat [7]. Tanulmányozták fenil-pirimidin származékok terminális alkenil csoportjában lévő –CH=CH– kettőskötés helyzetének és tér szerkezetének (E/Z), valamint a dipólust megtestesítő oxigénatomnak a folyadékkristály tulajdonságokra gyakorolt hatását. Eredményeiket az 1–5. táblázatokban foglaltuk össze.

Éterszármazékok

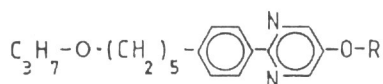
Az 1. táblázat a fenil-pirimidin éterek (1–7) és diéterek (8–14) fázisátmeneti hőmérsékleteit tartalmazza. Az 1–7 és 8–14 tagokból álló sorozat megfelelő vegyületei csak a terminális szubsztituens éteres oxigénatomjában különböznek egymástól. Mindkét sorozat

SmC és néhány kivétellel SmA mezofázist is mutat. Láthatjuk, hogy a diéterek (8–14) olvadáspontjai, SmC–SmA fázisátmeneti hőmérsékletei és feltisztulási (SmA–I) pontjai alacsonyabbak, mint az analóg monoétereké (1–7).

Mivel az olvadáspont jobban csökken, mint az SmC–SmA fázisátmeneti hőmérséklet, az SmC fázis hőmérséklet-tartománya a diétereknél (8–14) átlagosan 23 °C, míg a monoétereknél (1–7) csak 7 °C. Az azonos (*m* = 8 szénatomos) lánchosszúságú vegyületekben a kettőskötés láncbeli helyének megfelelően is változnak a fázisátmeneti hőmérsékletek. A telítetlen lánccú vegyületek (2–7 és 9–14) olvadáspontjai magasabbak, mint a hasonló telített származékoké (1 és 8).

A 2. táblázatban, az 5-[(E)-alk-2-enil-oxi]-2-(4-[5-propil-oxi-pentil]-fenil)-pirimidin homológ sorban egyedül a lánchossza változik (*m* = 6–12 szénatom), a moleku-

Az 5-(alkenil-oxi)-2-(4-[5-propil-oxi-pentil]-fenil)-pirimidin homológ sor.
 $\Delta T(\text{SmC})$ az SmC fázis hőmérséklet-tartománya

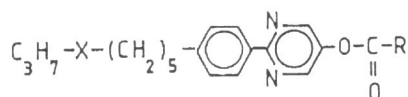


Jelölés	m	R–	Fázisátmenetek, °C	$\Delta T(\text{SmC}), ^\circ\text{C}$
21	6	–(CH ₂) ₄ –CH=CH ₂	Kr 18 SmA 55 I	–
22	7	–(CH ₂) ₅ –CH=CH ₂	Kr 10 SmA 59 I	–
14	8	–(CH ₂) ₆ –CH=CH ₂	Kr 15 SmC 35 SmA 60 I	20
23	9	–(CH ₂) ₇ –CH=CH ₂	Kr –30 SmC 30 SmA 61 I	60
24	10	–(CH ₂) ₈ –CH=CH ₂	Kr –3 SmC 57 SmA 64 I	60
25	11	–(CH ₂) ₉ –CH=CH ₂	Kr 0 SmC 55 SmA 65 I	55
26	12	–(CH ₂) ₁₀ –CH=CH ₂	Kr 19 Sm4 36 SmA 59 SmC 70 I	21

m az R– lánc szénatomszáma

4. táblázat

Fenil-pirimidin észterszármazékok



Jelölés	m	R–	–X–	Fázisátmenetek, °C
27	8	–C ₇ H ₁₅	–CH ₂ –	Kr 82 I
28	8	–CH ₂ =CH–C ₅ H ₁₁ (E)	–CH ₂ –	Kr 78 N 84 I
29	8	–CH ₂ –CH=CH–C ₄ H ₉ (Z)	–CH ₂ –	Kr 57 I
30	8	–(CH ₂) ₂ –CH=CH–C ₃ H ₇ (E)	–CH ₂ –	Kr 81 I
31	8	–(CH ₂) ₃ –CH=CH–C ₂ H ₅ (Z)	–CH ₂ –	Kr 71 I
32	8	–(CH ₂) ₄ –CH=CH–CH ₃ (E)	–CH ₂ –	Kr 80 I
33	8	–(CH ₂) ₅ –CH=CH ₂	–CH ₂ –	Kr 70 (SmA 66) I
34	8	–C ₇ H ₁₅	–O–	Kr 70 I
35	8	–CH ₂ =CH–C ₅ H ₁₁ (E)	–O–	Kr 68 (N 64) I
36	8	–CH ₂ –CH=CH–C ₄ H ₉ (Z)	–O–	Kr 46 I
37	8	–(CH ₂) ₂ –CH=CH–C ₃ H ₇ (E)	–O–	Kr 68 I
38	8	–(CH ₂) ₃ –CH=CH–C ₂ H ₅ (Z)	–O–	Kr 51 I
39	8	–(CH ₂) ₄ –CH=CH–CH ₃ (E)	–O–	Kr 67 I
40	8	–(CH ₂) ₅ –CH=CH ₂	–O–	Kr 54 I

a zárójel monotróp fázisátmenetet jelöl

m az R– lánc szénatomszáma + 1

latörzshöz közeli kettőskötés helye változatlan. Megállapítható, hogy a sorozat első két tagja (15, 16) csak SmA fázissal rendelkezik. A további tagoknál SmC fázist is találunk, a feltisztulási (SmA–I, ill. SmC–I fázisátmeneti) hőmérséklet pedig majdnem lineárisan emelkedik. Látható, hogy $m \geq 9$ esetén (17–20) az SmA fázis eltűnik, és $m = 11$ -nél (19) megjelenik egy rendezettebb, alacsonyabb hőmérsékletű Sm3 fázis először monotróp, majd $m = 12$ -nél (20) már enantiotróp jelleggel. Rövidebben: ahogy a lánc hossz nő, úgy szűnik meg (tűnik el) az SmA fázis, és jelenik meg az SmC fázis, végül pedig a rendezettebb Sm3 fázis.

A 3. táblázatban szereplő 5-(alkenil-oxi)-2-(4-[5-propil-oxi-pentil]-fenil)-pirimidin homológ sorban a –CH=CH– kettőskötés az alkilánc végén helyezkedik el. E vegyületek vizsgálatakor nagyjából ugyanazokat a mezofázisokat figyelték meg a kutatók, mint a 2.

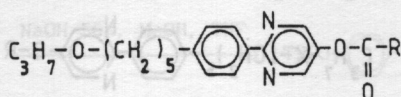
táblázatban szereplő homológ sornál, azzal a különbséggel, hogy az SmA fázis $m = 9$ (17) helyett $m = 12$ -nél (26) szűnik meg és kétféle rendezettebb szmektikus fázist (Sm3 és Sm4, még nem azonosított fázisok) észleltek. Az SmC–SmA fázisátmeneti hőmérséklet erőteljesebben emelkedik a szénlánc növekedésével.

Azáltal, hogy a kettőskötés a lánc végén helyezkedik el, az olvadáspontok határozottan (átlagosan 18 °C-ot) csökkennek, így az SmC fázis hőmérséklet-tartománya e homológ sorban a legrövidebb (átlagosan 43 °C).

Észterszármazékok

A 4. táblázat az oktenoil-oxi-észter-származékok (28–33 és 35–40) és az összehasonlító oktanoil-oxi-észterek (27, 34) fázisátmeneti hőmérsékleteit tartalmazza. Az

Az 5-[(E)-alk-2-enoil-oxi]-2-(4-[5-propil-oxi-pentil]-fenil)-pirimidin homológ sor.
 $\Delta T(\text{SmC})$ az SmC fázis hőmérséklet-tartománya



Jelölés	<i>m</i>	R–	Fázisátmenetek, °C	$\Delta T(\text{SmC}), ^\circ\text{C}$
41	4	–CH=CH–CH ₃ (E)	Kr 71 I	–
42	5	–CH=CH–C ₂ H ₅ (E)	Kr 44 I	–
43	6	–CH=CH–C ₃ H ₇ (E)	Kr 61 (N 57) I	–
44	7	–CH=CH–C ₄ H ₉ (E)	Kr 51 I	–
35	8	–CH=CH–C ₅ H ₁₁ (E)	Kr 68 (N 64) I	–
45	9	–CH=CH–C ₆ H ₁₃ (E)	Kr 64 (N 60) I	–
46	10	–CH=CH–C ₇ H ₁₅ (E)	Kr 63 (SmC 61) N 69 I	–
47	11	–CH=CH–C ₈ H ₁₇ (E)	Kr 53 SmC 62 SmA 64 N 68 I	21
48	12	–CH=CH–C ₉ H ₁₉ (E)	Kr 63 SmC 73 I	18

a zárójel monotróp fázisátmenetet jelöl
m az R– lánc szénatomszáma +1

észtercsoportot is beszámítva *m* = 8 szénatom hosszúságú láncsal rendelkező vegyületekben folyadékkristály-állapotot kizárólag három esetben (28, 33, 35) figyeltek meg. Nematikus fázist találtak a 28 és 35 észtereknél, ahol a 2-es helyzetben transz –CH=CH– kettőskötés figyelhető meg. Láncvégi (terminális) –CH=CH– kettőskötést a 33 és 40 észterek tartalmaznak, közülük a 33 észternél azonosítottak monotróp SmA fázist. A többi észternél alapos túlhűtés ellenére sem sikerült folyadékkristály-fázist megfigyelni. Következésképpen megállapíthatjuk, hogy az étercsoport cseréje észtercsoportra a fenil-pirimidin származékok esetében nem kedvez a folyadékkristály-tulajdonságoknak. Ez nagy valószínűséggel a magános elektrónpárt hordozó nitrogénatom és az észtercsoportban levő oxigénatom dipól-dipól kölcsönhatásának tulajdonítható.

Az 5. táblázat az 5-[(E)-alk-2-enoil-oxi]-2-(4-[5-propil-oxi-pentil]-fenil)-pirimidin homológ sor (35 és 41–48) fázisátmeneti hőmérsékleteit tartalmazza. A sorozat első kettő és a negyedik tagja nem folyadékkristály. A közepes lánchossznál (*m* = 6–11, kivéve *m* = 7) megjelenik, majd *m* = 12-nél eltűnik a nematikus fázis. Hosszabb lánccal, *m* = 10 esetében az SmC fázis, *m* = 11 esetében az SmA fázis is megjelenik. A viszonylag magas olvadáspontok (átlagosan 60 °C) csak szűk, vagy monotróp SmC hőmérséklet-tartományt eredményeznek.

Elegyek

Annak eldöntésére, hogy az előállított anyagok alkalmasak-e ferroelektromos folyadékkristály kijelzőkben használható elegyek nem királis komponensének, e vegyületeket 15 súly%-ban a cég SCO 1014 jelű széles SmC* fázissal rendelkező elegyében (6. táblázat) oldották. Meghatározták az új elegyek kijelzés szempontjából fontos paramétereit, pl. spontán polarizációját (*P_s*) és kapcsolási idejét (τ), amelyeket a 7. táblázatban összegeztünk.

6. táblázat

Az SCO 1014 elegy összetétele és fázisátmeneti hőmérsékletei

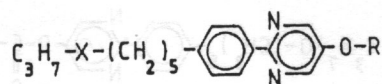
Komponens	s%
4-[transz-4-((R)-fluor-hexanoil-oxi)-ciklohexil]-fenil-2,3-difluor-4-(oktil-oxi)-benzoesav észter	16
2-[4-(nonil-oxi)-fenil]-5-nonil-pirimidin	24
2-[4-(hexil-oxi)-fenil]-5-nonil-pirimidin	24
2-[4-(nonil-oxi)-fenil]-5-heptil-pirimidin	12
2-[4-(hexil-oxi)-fenil]-5-oktil-pirimidin	12
2-[4-(decil-oxi)-fenil]-5-oktil-pirimidin	12

Kr –7,6 °C SmC* 60,6 °C SmA* 67,7 °C N* 74,6 °C I

A 7. táblázatból láthatjuk, hogy az oktenoil-oxi-szubsztituált étereket (2, 9) tartalmazó elegyek nagyobb polarizációt és magasabb SmC*–SmA* fázisátmeneti hőmérsékletet, de alacsonyabb SmA*–N* és N*–I átmeneti hőmérsékletet adnak, mint azok az elegyek, amelyekben az oktil-oxi-szubsztituált étereket (1, 8) találjuk. A telítetlen lánccal észterek (28, 35) esetében viszont csak a feltisztulási pont emelkedik, a többi fázisátmeneti hőmérséklet és a *P_s* csökken a telített lánccal észterekhez (27, 34) képest.

A diéterek (8, 9), valamint a 34 és 35 észterek az elegyekben csökkenő fázisátmeneti hőmérsékleteket és *P_s* értékeket eredményeznek. Ez mutatja, hogy az izolált (azaz nem konjugált) dipólusmomentum (O-atom az egyik terminális lánc közepén) az SmC* fázis destabilizálódásához vezet.

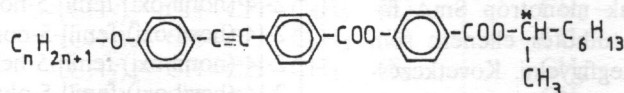
Ha a telített alkiláncot tartalmazó éter- (1, 8) és észter-származékokat (27, 34) hasonlítjuk össze, megállapíthatjuk, hogy az oktanoil-oxi-szubsztituált észterek (27, 34) alacsonyabb feltisztulási pontot és szűkebb SmA*, de szélesebb SmC* fázist eredményeznek. A spontán polarizáció erősen, de a kapcsolási idő csak kevésbé növekedett, ami kisebb viszkozitásra utal. Ezzel szemben az (E)-alk-2-enoil-oxi-szubsztituált észterek (28, 35) esetében *P_s* kissé alacsonyabb, a kapcsol-



Elegy-komponens	R-	-X-	Fázisátmenetek, °C	P _s , nC/cm ²	τ, μs
1	-C ₈ H ₁₇	-CH ₂ -	SmC* 55,0 SmA* 71,9 N* 74,1 I	14,0	95
2	-CH ₂ -CH=CH-C ₅ H ₁₁ (E)	-CH ₂ -	SmC* 58,5 SmA* 70,6 N* 73,1 I	15,8	112
8	-C ₈ H ₁₇	-O-	SmC* 52,0 SmA* 68,0 N* 72,0 I	13,5	100
9	-CH ₂ -CH=CH-C ₅ H ₁₁ (E)	-O-	SmC* 55,2 SmA* 67,1 N* 69,4 I	15,2	100
27	-C-C ₇ H ₁₅	-CH ₂ -	SmC* 59,8 SmA* 66,5 N* 72,2 I	16,7	108
28	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}_5\text{H}_{11} \end{array}$ (E)	-CH ₂ -	SmC* 56,8 SmA* 64,8 N* 75,1 I	15,5	140
34	-C-C ₇ H ₁₅	-O-	SmC* 57,2 SmA* 63,6 N* 69,3 I	16,0	108
35	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}_5\text{H}_{11} \end{array}$ (E)	-O-	SmC* 51,6 SmA* 59,2 N* 70,0 I	15,0	125

8. táblázat

Királis tolán-származékok



n	Fázisátmenetek, °C
7	Kr 92,3 (SmC _A * 87,5) (SmC _{FI1} * 88,3) (SmC _{FI2} * 90) SmC* 96,1 SmC _α * 98,4 SmA* 136 I
8	Kr 67,6 SmC _A * 95,1 SmC _{FI1} * 96,0 SmC _{FI2} * 97,0 SmC* 104,0 SmC _α * 105,5 SmA* 135,3 I
9	Kr 62,2 SmC _A * 92,5 SmC _{FI} * 95,0 SmC* 107,6 SmC _α * 108,5 SmA* 129,6 I
10	Kr 58,2 SmC _A * 94,6 SmC _{FI} * 96,1 SmC* 111,2 SmA* 128,6 I
11	Kr 66,0 SmC _A * 89,0 SmC _{FI} * 92,3 SmC* 112,4 SmA* 123,0 I
12	Kr 73,4 SmC _A * 92,0 SmC _{FI} * 94,3 SmC* 113,2 SmA* 121,3 I

a zárójel monotróp fázisátmenetet jelöl

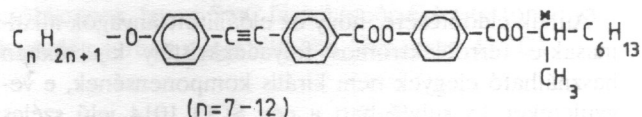
lási idők viszont jelentősen megnőnek az (E)-alk-2-enil-szubsztituált éterekhez (2, 9) képest, ami egyértelműen a növekvő viszkozitást bizonyítja. Bár az észtercsoport a tiszta (28, 35) anyagokban elnyomta a folyadékkristály sajátságokat, az elegyben a feltisztulási pont növekedését eredményezi.

Az (E)-alk-2-eniloxi szubsztituált diéter (9) a második láncban elhelyezkedő O-atommal előnyös kombinációt jelent a nagy spontán polarizáció és rövid kapcsolási idő szempontjából.

Új antiferroelektromos folyadékkristályok

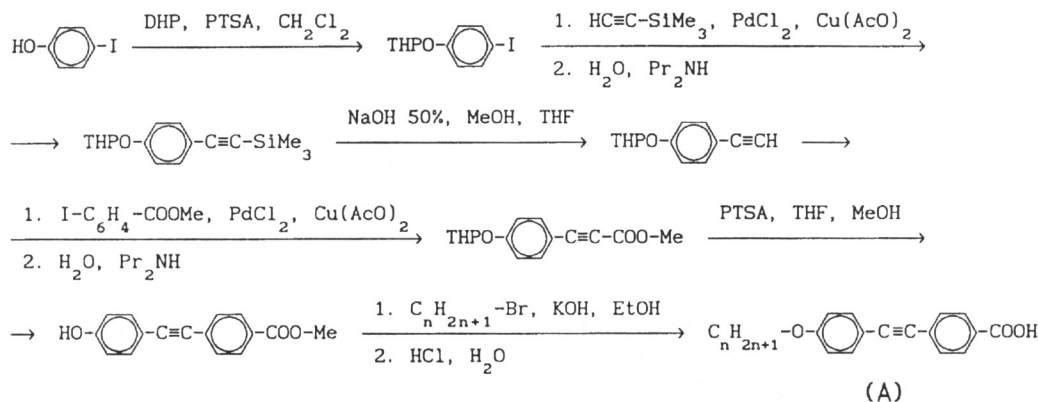
A kémia nemcsak a kijelzőtechnika ténylegesen felmerülő anyagigényeinek (nematikus és ferroelektromos folyadékkristály elegyek) kielégítésére törekszik, hanem

mellette a jelenlegi kutatás (jövőbeni alkalmazási lehetőségek) számára is szolgáltat új anyagokat. Ennek illusztrálására a Centre de Recherche Paul Pascal kutatói által bemutatott eredményeket hozzuk fel példának [8]. Ők új antiferroelektromos anyagokat állítottak elő tolán származékokból. Az (S)-4-(1-metil-heptil-oxi-karbonil)-fenil-4-alkoxi-tolán-4'-karboxilát homológ sor a

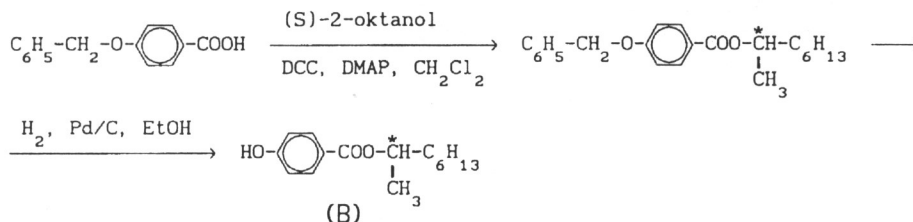


képlettel jellemezhető és a 3. ábrán bemutatott módon állítható elő. A folyadékkristály-fázisok sajátosságait (8. táblázat) a szokásos eszközökkel, polarizációs mikroszkóppal és kaloriméterrel (DSC) határozták meg.

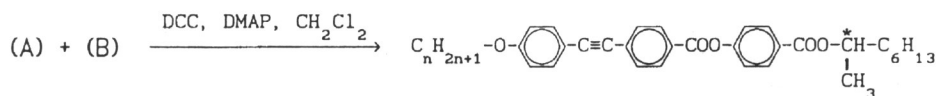
1. lépés



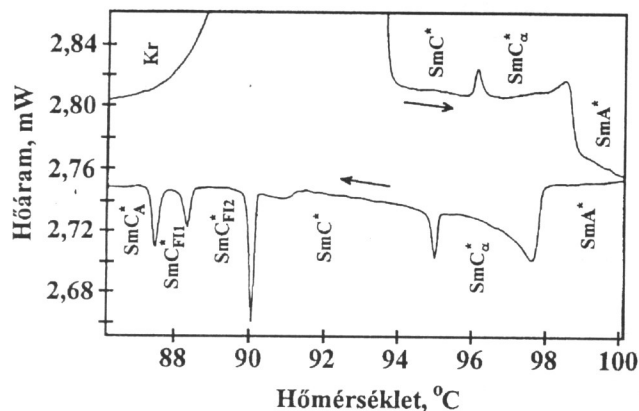
2. lépés



3. lépés



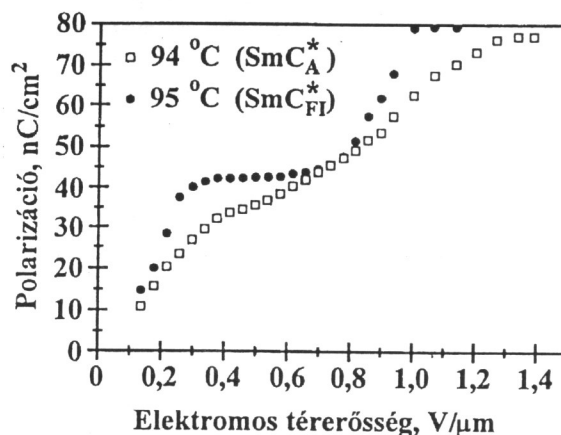
3. ábra. Az (S)-4-(1-metil-heptil-oxi-karbonil)-fenil-4-alkoxi-tolán-4'-karboxilát homológ sor előállítása



4. ábra. Az $n = 7$ tolánszámúak DSC termogramja. A nyilak a hőmérsékletváltozás irányát jelzik

Láthatjuk, hogy a homológ sor mindegyik tagja rendelkezik SmA*, ferroelektromos (SmC*), ferrielektromos (SmC_{FI}*) és antiferroelektromos (SmC_A*) fázisokkal. A homológ sorban a szénlánc hosszának növekedésével az SmA* fázis hőmérséklettartománya csökken, az SmC_α* fázis pedig el is tűnik. A 4. ábrán látható DSC termogram jól illusztrálja a homológ sor első ($n = 7$) tagjánál a fázisátmeneteket.

Az SmC_A*, SmC_{FI}* és SmC* fázisok közötti különbségek elsősorban elektromos térben jelentkeznek. Az 5. ábrán a polarizáció térfüggését mutatjuk be a homológ



5. ábra. Az $n = 10$ tolánszámúak polarizációjának elektromos térfüggése az antiferroelektromos (94 °C) és ferrielektromos (95 °C) fázisban

sor $n = 10$ tagja esetében. A közel lineáris görbe az antiferroelektromos fázisra jellemző, míg a közepes tereknél megfigyelhető plató a ferrielektromos fázis jellegzetessége. Nagy tereknél mindkét esetben telítést találunk, ami a polarizáció egy irányba fordulását, azaz a ferroelektromos szerkezet kialakulását jelzi.

Ez az elektromos térrel indukált antiferroelektromos-ferroelektromos, illetve ferrielektromos-ferroelektromos fázisátalakulás az optikai tulajdonságok változásával jár együtt, így e vegyületek nem csak a kutatásban, a még

kevésbé ismert SmC_α^* , SmC_{FI}^* és SmC_A^* fázisok tanulmányozásához használhatók, de gyakorlati alkalmazásra is van esélyük [5].

Befejezés

Ebben a háromrészes tanulmányban áttekintést akarunk adni arról, hogy hol tart a világcégeknél a folyadék-kristályok előállítása és a gyakorlati hasznosításhoz milyen szempontokat vesznek figyelembe. A bemutatott három vegyületsaláddal természetesen nem merült ki az újonnan előállított anyagok csoportja, sőt a kutatás teljes spektrumát sem lehetett ismertetni. Ezen a területen ugyanis szorosan együtt tevékenykedik a kémia, fizika, biológia, elektronika és számos további tudományág. Az alkalmazási lehetőségek szinte korlátlanok, ezekből egy következő (III.) közleményben [5] nyújtunk ízelítőt. A 15. Nemzetközi Folyadékkristály Konferencián (Budapest, 1994) 120 szintézissel foglalkozó előadás (az

összes előadások 1/7-e) került bemutatásra. A konferencián publikálásra elfogadott anyag terjedelme 3 288 oldal, ami a *Molecular Crystals and Liquid Crystals* folyóirat 260–263 és 265 kötetében jelent meg 1995-ben.

IRODALOM

- [1] Bata L. – Éber N. – Fodorné Csorba K. – Vajda A.: *Magyar Kémikusok Lapja*, 52, 167 (1997).
- [2] Bata L.: *Folyadékkristályok*, Műszaki Kiadó (1986).
- [3] Meyer, R. B. – Liébert, L. – Strzelecki, L. – Keller, P.: *J. Physique Lett.* 36, L-69 (1975).
- [4] Bata L. – Éber N. – Jáklai A.: *Fizikai Szemle*, XLVI, 59 (1996).
- [5] Éber N. – Bata L.: *Magyar Kémikusok Lapja* (megjelenés alatt).
- [6] Hiraoka, K. – Taguchi, A. – Ouchi, Y. – Takezoe, H. – Fukuda, A.: *Jpn. J. Appl. Phys.* 29, L103 (1990).
- [7] Kelly, S. – Fünfschilling, J.: *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 260, 139 (1995).
- [8] Cluzeau, P. – Nguyen, H. T. – Destrade, C. – Isaert, N. – Barois, P. – Babeau, A.: *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 260, 69 (1995).

Az irodalomgyűjtés lezárva: 1996. december

ÖSSZEFOGLALÁS

Bata Lajos – Éber Nándor – Fodorné Csorba Katalin – Vajda Anikó: **Új folyadékkristályok a kutatás és a gyakorlat számára II.**

A közleményben bemutatunk néhány, a 15. Nemzetközi Folyadékkristály Konferencián ismertetett ferro-, antiferro- és ferrielektromos folyadékkristályt. A kutatás célja ferroelektromos anyagoknak a kijelzőkben való hasznosítása, antiferro- és ferrielektromos anyagoknál egyelőre a tudományos kutatásban való felhasználás. Az anyagok fontosabb paramétereit táblázatokban megadjuk.

[Magy. Kém. Lapja, 52, 226 (1997)]

SUMMARY

L. Bata – N. Éber – Mrs. Fodor, K. Csorba – A. Vajda: **New Liquid Crystals for Research and Applications II.**

In this paper we present some liquid crystals exhibiting ferro-, antiferro- and ferrielectric behaviour. The aim of this research in case of ferroelectric materials is to study the possibilities of the applications in ferroelectric displays. At the moment the antiferro- and ferrielectric materials are prepared and studied from point of view of basic research. The most important properties of these materials are summarized.

**Az Rt. székhelye:
1023 Budapest,
Bécsi út 4.**

Adószám: 1022885-2-44
Telefon: 335-1150
Telex: 222357 DSTYR
Telefax: 335-3561

**Az Rt. fióktelepe:
2443 Százhalombatta, Pf. 10**

Telefon: (23) 353-353
Telefax: (23) 354-009



DUNASTYR
Polisztirologyártó Rt.

Áruszállítási cím:
Százhalombatta,
MOL Rt. Dunai Finomító
Gyártelep

**A DUNASTYR Rt. olasz-magyar
vegyes vállalat.**

**Az EniChem S.p.A. licence alapján
ütésálló (EDISTIR®) és habosítható
(EXTIR®) polisztirolgranulátumokat
gyárt és forgalmaz. Elsőrendű alkalmazástechnikai
szolgáltatás!**