

**Ferroelektryczne ciekłe kryształy do zastosowań w urządzeniach optoelektronicznych nowej generacji.**

**Ferroelectric liquid crystals for use in a new generation of opto-electronic devices.**

**Jakub Fitas**

## **Streszczenie**

Niniejsza praca przedstawia wyniki badań siedemnastu nowych materiałów (5 czystych substancji i 12 mieszanin) tworzących ferroelektryczną i/lub antyferroelektryczną fazę ciekłokrystaliczną. Celem tych badań było scharakteryzowanie tych materiałów oraz ocena ich przydatności do zastosowania w wyświetlaczach ciekłokrystalicznych nowej generacji (FLCD, z ang. Ferroelectric Liquid Crystal Display) oraz w innych urządzeniach optoelektronicznych. Ciekłokrystaliczne fazy ferroelektryczna i antyferroelektryczna (przewidziane teoretycznie i potwierdzone eksperymentalnie odpowiednio w 1975 i 1989 roku), zbudowane z molekuł chiralnych, umożliwiają skonstruowanie przełączników optoelektronicznych

opartych na innym mechanizmie przełączania niż w dotychczas stosowanych wyświetlaczach. FLCN obiecują poprawę szeregu parametrów technicznych takich jak czas przełączania piksela, głębia i bogactwo palety kolorów, jakość stanu ciemnego, zużycie energii, itd.

W ramach niniejszej pracy posłużono się szeregiem technik badawczych stosowanych rutynowo w badaniach ciekłych kryształów. Należały do nich: mikroskopia polaryzacyjna wraz z metodami elektrooptycznymi, skaningowa kalorymetria różnicowa, spektroskopia dielektryczna oraz dyfrakcja rentgenowska. Sekwencje fazowe określono głównie w oparciu o mikroskopię polaryzacyjną w połączeniu z metodą kalorymetryczną oraz opierając się na wynikach otrzymanych pozostałymi metodami. Parametry elektrooptyczne (spontaniczną polaryzację, kąt pochylenia molekuł, czas przełączania) a także określenie warunków uzyskania monodomeny (jednorodnie uporządkowanej próbki) określono metodami elektrooptycznymi badając cienką warstwę materiału umieszczoną w komórce elektrooptycznej. Dynamikę molekuł w fazach ciekłokrystalicznych zbadano metodą spektroskopii dielektrycznej. Otrzymane w ten sposób widma dielektryczne analizowano w oparciu o model relaksacji dielektrycznej Cole-Cole. W oparciu o wyniki badań elektrooptycznych i dielektrycznych wyznaczono lepkość rotacyjną badanych materiałów. Właściwości strukturalne wyznaczono metodą rozpraszania promieni X. Wyniki te następnie wykorzystano do obliczenia kątów pochylenia oraz do określenia czy faza smektyczna A jest fazą typu de Vries.

W oparciu o przeprowadzone badania dokonano analizy potencjału badanych materiałów do bezpośredniego lub pośredniego

zastosowania w urządzeniach optoelektronicznych oraz zasugerowano dalsze kierunki badań tych układów. Wyniki zanalizowano pod kątem zależności między właściwościami mieszanin a ich składem a także, w ramach podsumowania pracy, zestawiono ważniejsze parametry materiałowe.

## **Abstract**

The following work presents the results of research conducted upon seventeen new materials (5 pure compounds and 12 mixtures) capable of forming ferroelectric and/or antiferroelectric liquid crystal phase. The purpose of this research was to characterize the properties of these materials and the assessment of their usefulness in regards to their potential application in a novel generation of liquid crystal displays (so called FLCs) and other optoelectronic devices. The ferroelectric and antiferroelectric liquid crystal phases (predicted theoretically and confirmed experimentally respectively in 1975 and 1989), formed of chiral molecules, enable the construction of optical switches working on a different switching mechanism than in the heretofore used displays. FLCs promise an improvement in a range of technical parameters such as the switching time of a pixel, depth and breadth of the colour palette, quality of the dark state, energy consumption etc.

In the course of the work a number of complementary methods employed routinely in liquid crystal research were used. Namely they were: polarization microscopy together with assorted electro-optical methods, differential scanning calorimetry, dielectric spectroscopy, and X-ray diffraction. Phase sequences were obtained chiefly through polarization microscopy together with calorimetry and basing on results gathered by the other methods. Electro-optic parameters (spontaneous polarization, molecular tilt angle, switching time), as well as the assessment of the conditions of achieving the monodomain (a uniform alignment of a sample) were obtained by electro-optical methods applied to a thin film of a material enclosed in an electro-optical cell. Molecular dynamics in the liquid crystal phases were studied using dielectric spectroscopy. Dielectric spectra obtained in this way were analysed in regards to the Cole-Cole model of dielectric relaxation. Basing upon the results of electro-optical and dielectric research rotational viscosity values of the materials were calculated. Structural properties of the researched samples were discerned from X-ray diffraction data. These results were subsequently used for calculation of the diffraction-based molecular tilt angles and to judge whether the smectic A phase is the so-called de Vries phase.

Based on the measurements presented above, an analysis of the potential of the researched materials for their direct or indirect application in opto-electronic devices was conducted and further areas of study involving these samples were suggested. The results were analysed in regards to the relation between the properties of the mixtures and their composition, and as well, in a summary of the entire work, the important parameters were put together.

[Recenzja - prof. M. Massalska-Arodź](#)

[Recenzja - prof. P. Perkowski](#)