

Abstract

În lucrare a fost investigată contribuția ionilor la fenomene electrice, electro-optice și de interfață în cristale lichide nematice aliniate cu polimeri conductori. Studiul a fost efectuat pe 8 celule simetrice cu cristal lichid nematic 5CB aliniat planar prin intermediul unor substraturi din polimer conductor, frecat unidirecțional, mai exact polipirol dopat cu 5 tipuri de anioni de diferite dimensiuni și geometrii moleculare. S-a măsurat dependența intensității curentului de tensiunea electrică aplicată pentru fiecare probă supusă unei excitații externe de diferite amplitudini și perioade. S-a observat o deviere de la comportarea liniară a curentului în cazul aplicării unui semnal triunghiular de perioadă mare. Acest răspuns este legat de acumularea unei sarcini electrice la interfața cristal lichid nematic-polimer conductor datorită injectiei de sarcini electrice. Cantitatea de sarcină acumulată a fost evaluată din caracteristicile curent-tensiune. Răspunsul electric al probelor a fost modelat teoretic în ipoteza că celulele pot fi descrise din punct de vedere electric printr-o conductivitate electrică și o constantă dielectrică independente de câmpul aplicat, în acord cu ipotezele modelului Maxwell-Wagner. Au fost analizate 3 circuite echivalente. Compararea rezultatelor teoretice cu cele experimentale a relevat valabilitatea modelului pentru tensiuni aplicate inferioare valorilor de prag ale tranzițiilor Freedericksz. S-au obținut valori ale conductivităților electrice ale nematicului similare celor raportate de alte grupuri de cercetare. Constantele dielectrice relative prezintă însă valori semnificativ mai mari decât cele tipice nematicului utilizat, probabil datorită acumulării de sarcini în mezofază în prezența polimerului conductor. De asemenea, a fost modelat un posibil mecanism de explicare a dependenței curentului de tensiuni aplicate având amplitudini mari, considerând efectul de reorientare a nematicului sub acțiunea câmpului electric extern. Analiza a fost efectuată în regim cvasi-static, în care reorientarea mezofazei are loc simultan cu variația câmpului aplicat. Variația în timp a capacității este echivalentă cu o renormalizare a rezistenței și este responsabilă de apariția peak-ului observat la caracteristicile curent tensiune obținute experimental când tensiunea aplicată depășește valoarea de prag a tranzițiilor Freedericksz. Energia de ancorare a cristalului lichid la interfața cu substratul de aliniere a fost determinată experimental pentru fiecare probă utilizând metoda tensiunii de saturație. Valorile obținute, mai ridicate decât cele corespunzătoare nematicului aliniat cu polimer dielectric, precum și valorile scăzute ale timpilor de răspuns electro-optic la îndepărtarea câmpului sunt legate probabil de distribuția de sarcină acumulată la interfața nematic-polimer conductor. Cuplajul dintre câmpul creat de această distribuție de sarcină și proprietățile dielectrice anizotrope ale cristalului lichid generează o densitate de energie dielectrică localizată în vecinătatea suprafețelor. Această energie renormalizează componenta anizotropă a energiei la suprafață favorizând revenirea nematicului la orientarea inițială după îndepărtarea câmpului extern.

The influence of the ionic contribution to electric, electro-optic and interface phenomena in nematic liquid crystals aligned with conducting polymers was investigated. The study has been carried out on 8 symmetric cells filled with nematic liquid crystal 5CB planar aligned with unidirectional rubbed conducting polymer substrates, namely polypyrrole doped with 5 types of ions having different molecular sizes and geometries. The current to applied voltage response of each sample submitted to an external excitation with different amplitudes and periods has been measured. A deviation from the linear behavior of the current has been observed for long enough periods of triangular applied voltages. This is connected to the charge accumulation at nematic-polymer interface due to the carrier injection. The amount of the accumulated charge was evaluated from current-voltage characteristics. The theoretical electric characterization of the cell was performed by assuming that the nematic sample can be described, from electrical point of view, by means of an electrical conductivity and a dielectric constant, independent from the applied voltage, according to the Maxwell-Wagner model. Three equivalent circuits are analyzed. A comparison of the theoretic model with experimental data is presented, showing that the model works well when the maximum applied voltage is below the threshold voltage for Freedericksz's transitions. The obtained values for the nematic electrical conductivities are in agreement with ones reported by other groups. The relative dielectric constants are found to have rather large values, probably due to the electrical charge accumulation in liquid crystal in the presence of doped polypyrrole. A possible mechanism explaining the behavior of the current-applied voltage characteristics for a nematic cell submitted to a large electric field was also discussed, taking into account the reorientation of the nematic director induced by the external electrical field. The analysis is performed in the quasi-static regime where the nematic's orientation follows the time variation of the external field without delay. The time variation of the equivalent capacitance of the cell is equivalent to a pure resistance and is responsible for a current peak when the applied voltage overcomes the threshold voltage for the Freedericksz transition. The surface anchoring energies at the interface of the nematic and their alignment layers were experimentally determined for all prepared cells employing the saturation voltage method. Higher anchoring strengths obtained as well as fast electro-optic response times measured at switching off the electric field are probably related to the accumulated charge distributions at nematic-conducting polymer interface. To this charge accumulation is connected an electric field distribution across the sample. The coupling of this field with the anisotropic dielectric properties of the liquid crystal gives rise to a dielectric energy density localized near the limiting surfaces. This energy renormalizes the anisotropic part of the interfacial energy favorising the nematic relaxation to the initial orientation.