

GRUPO DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO DE LA R.S.E.F.Q.

3ª Reunión - Vigo, Noviembre 1981

Título: TEXTURAS EN CRISTALES LIQUIDOS COLESTERICOS

Autor(es): B. M. León Fong⁺ y J. A. Martín Pereda⁺⁺

Centro de trabajo:

⁺ Departº de Física, E. T. S. de Ingenieros Industriales, Vigo

⁺⁺ Departº de Tecnología Electrónica y Electrónica Cuántica,
E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación, Madrid

Resumen:

Estudios morfológicos de las texturas del carbonato oleilo del colesterol (COC) permiten identificar los distintos ordenamientos moleculares de la fase colestérica de este material. Se comprueba la existencia de dos fases azules cuyas temperaturas de transición se especifican. Se estudian también las texturas de mezclas de COC con MBBA, resaltando las diferencias entre éstas, correspondientes a un colestérico de paso mayor, y las del COC puro, colestérico de paso muy pequeño.

TEXTURAS EN CRISTALES LIQUIDOS COLESTERICOS

B.M. León Fong⁺ y J.A. Martín Pereda⁺⁺

+ Depart^o de Física, E. T. S. de Ingenieros Industriales de Vigo

++ Depart^o de Tecnología Electrónica y Electrónica Cuántica de la E. T. S. de Ingenieros de Telecomunicación, Madrid

INTRODUCCION

Estudios de la morfología y las características estructurales típicas de los cristales líquidos en su fase colestérica son necesarios para una descripción completa de este estado mesomórfico.

La información básica para este estudio la proporciona la observación y análisis de las texturas, definidas como el conjunto de elementos topológicos que son lo suficientemente grandes para ser identificados con un microscopio de polarización. Dado que todas las estructuras dependen del orden molecular, éstas dependerán de influencias externas como las superficies de contorno, el grosor de la muestra, la pureza, la aplicación de campos eléctricos y/o magnéticos y por último del tratamiento térmico y su historia pasada.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Se realizaron estudios de las texturas del carbonato oleilo del colesterol en función de la temperatura con un microscopio de polarización Leitz Ortholux II. Las temperaturas se regulaban con un controlador de temperatura diseñado y construido a tal efecto que permite variar la temperatura con una exactitud de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Se utilizaron muestras en forma de cuña formadas por placas de vidrio con espaciadores de Mylar de distintos espesores. Entre 28°C - 30°C , a temperatura ambiente, se identificaron las siguientes estructuras colestéricas muy semejantes a las texturas de la fase esméctica A, como era de esperarse en un colestérico de paso de hélice muy pequeño como el COC:

a) Filamentos oleosos: se encuentran sobretudo en los bordes de la muestra y a temperaturas cercanas a la de transición colestérico-isotrópico. Son grupos de líneas de disclinaciones o defectos en la estructura regular caracterizadas por un vector de Burger variable.

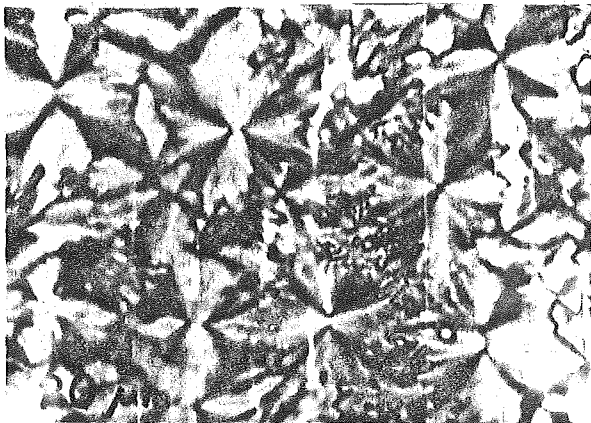


Foto N^o1: Textura en forma de abanico con dominios cuasi-esferulíticos. COC puro, $T=29,8^{\circ}\text{C}$, 250x .

b) Textura en forma de abanico:

Foto N^o1- Se encuentra en las zonas delgadas de la muestra y es una textura no planar compuesta por dislocaciones de traslación, disclinaciones y líneas de iluminación (lines of flare). Correspondiendo a un colestérico de paso muy pequeño, esta estructura no se presenta estriada.

c) Textura poligonal: De acuerdo con Demus y Richter (1) las encontramos en las zonas más gruesas de la muestra. Están caracterizadas por un conjunto de segmentos de hipérbola horizontales, situados al nivel del cristal superior formado una red poligonal

y por segmentos verticales conectados a los bordes de cada polígono. En el cristal inferior tenemos otro conjunto de líneas de iluminación si-

milar al superior pero desplazado y unido a él por los segmentos verticales.

Existen en cada muestra zonas de transición entre estas tres texturas. En los procesos de calentamiento relativamente rápidos de aproximadamente 0,5 C/hora se observa, cómo a partir de los bordes se van ennegreciendo las zonas más oscuras hasta ennegrecerse por completo al tener lugar la transición colestérico-isotrópico a una temperatura de 33,6°C. Digna de mencionar en este proceso es la aparición de las "bâtonnets" o bastoncillos en la mencionada transición que son zonas o monocristales de la propia estructura mesomórfica que a más baja temperatura conforman la textura en forma de abanico. En los procesos de enfriamiento rápido aparecen puntos brillantes que al ser núcleos de las estructuras ya mencionadas crecen hasta formarlas.

LA FASE AZUL

En los procesos de calentamiento y enfriamiento lentos en los que incluso

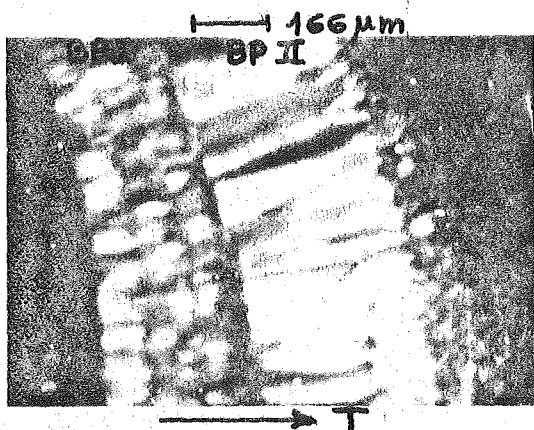


Foto N°2: Fase azul I (BPI) y II (BPII). Gradiente de temperatura de izquierda a derecha. COC puro, 50x.

se hace necesario dejar las muestras hasta 12 horas a la misma temperatura se logra alcanzar el equilibrio termodinámico necesario para la formación de la llamada fase azul colestérica. Esta fase está siendo objeto de vivas discusiones en la actualidad (2). Enfriando apenas unas décimas de grado por debajo de la transición col-iso se forman las características placas en tonalidades azules y verdes. Foto N°2- de la famosa fase azul. Como demuestran los trabajos de calorimetría diferencial de barrido (DSC) de Bergmann y Stegemeyer (3) para el miristato y el benzoato de colesterol, existe un polimorfismo de esta fase encontrándose

se no una, sino dos fases azules.

Aunque nuestro estudio no permite un control tan preciso de la temperatura como en la DSC, a través de las texturas encontradas y dada su similitud con las descritas en (3), creemos haber observado también ambas fases en el COC, caracterizada por el tamaño y forma de las placas. Estas fase azul I (BPI) y fase azul II (BPII) existirían en los intervalos de temperaturas siguientes:

colestérico $\underline{31,1^{\circ}\text{C}}$ BP I $\underline{32,9^{\circ}\text{C}}$ BP II $\underline{33,5^{\circ}\text{C}}$ isotrópico

La observación de los diferentes colores en las placas se debe a que la orientación del eje de la hélice con respecto a la superficie de la muestra es distinta para cada placa, dado que cada placa posee la clásica estructura colestérica.

Respecto a la estructura interna real de ordenamiento de las moléculas, aún no existe una teoría reconocida por todos a pesar de los modelos propuestos por Brazovskii y Dmitriev (4), Bergmann y Stegemeyer (5), Schröder (6) y Hornreich y Shtrikman (7).

Buscando obtener un colestérico de paso de hélice mayor que el del COC puro, se preparó una mezcla del 4,3% de COC en MBBA que presenta un carácter cuasi-lamelar debido a la mayor distancia entre las capas, estructura que ahora sí puede ser resuelta por el microscopio. Se encuentran ahora estructuras estriadas en las que las líneas paralelas representan superfi-

cies de igual inclinación. Ver Foto N°3 y Foto N°4.

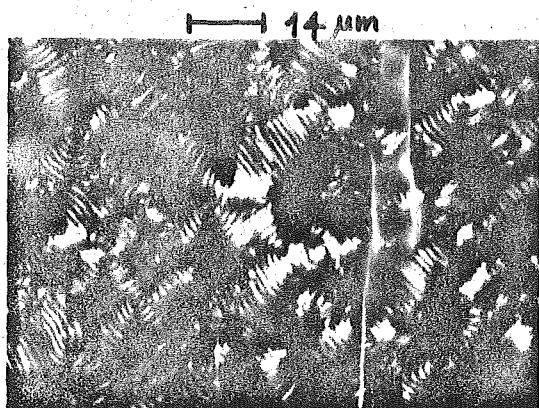


Foto N°3: Textura colestérica poligonal lamelada. Mezcla 4,3% de COC en M3EA, T=33,5 C, 625x.

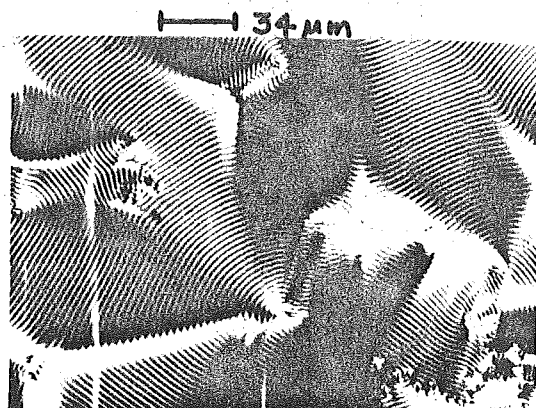


Foto N°4: Textura en forma de abanico con cónicas focales y estrías. Mezcla igual que en la Foto N°3, T=30,7 C, 250x.

BIBLIOGRAFIA

- (1) D. Demus y L. Richter: Textures of Liquid Crystals, Verlag Chemie, Weinheim 1978.
- (2) Ed. W. Helfrich y G. Heppke: Liquid Crystals of One- and Two-Dimensional Order, Proc. of the Conf. on Liquid Crystals of One- and Two-Dimensional Order and Their Applications, Garmisch-Partenkirchen, Rep. Fed. de Alemania, 21-25 de enero de 1980, Springer Verlag, Berlin 1980.
- (3) H. Stegemeyer y K. Bergmann: Experimental Results and Problems concerning "blue phases", en Ref. (2)
- (4) S.A. Brozovskii y S.G. Dmitriev: *Sov. Phys. JETP* 42, 497 (1976)
- (5) K. Bergmann, P. Pollmann, G. Scherer y H. Stegemeyer: *Z. Naturf.* 34a, 253 (1979)
- (6) H. Schröder: Cholesteric Structures and the Role of Biaxiality, en Ref.(2).
- (7) R.M. Hornreich y S. Shtrikman: Theory of structure and properties of cholesteric blue phases, submitted to *Phys. Rev. Lett.*