

近晶 A 相液晶的电热光效应

道 诺 其 木 德

(内蒙古师范大学物理系, 呼和浩特 010022)

那 波 信 彦

(明星大学物理系、日本东京)

关键词 电热光效应、光透射率

具有层状结构的近晶 A 相液晶的电光效应及其特性, 正受到很多学者的关注和研究。电场作用下, 近晶 A 相液晶的层结构将产生歪斜^[1], 或产生动态散射^[2]。随着液晶分子排列取向的改变, 液晶织构及其光学性质也发生变化。近晶相液晶的温度超过相变温度 T_{SN} 时, 将进入向列相状态。如果从向列相施加电场并降低温度, 则液晶进入近晶相时形成光散射织构^[3,4]。这种现象称为近晶相液晶的电热光效应。电热光效应是单纯改变液晶温度所产生的热光效应和单一施加电场所产生的电光效应的混合效应。电热光效应的产生机制及其特性尚未有详细的研究结果。

相变是液晶的基本性质和重要现象。相变过程中所发生的光学性质的变化, 在应用研究方面是很重要的问题。本文讨论近晶 A 相液晶在电热光效应中所形成的液晶织构及其光学性质的变化。

一、实 验

实验样品为近晶 A 相液晶 4-cyano-4'-n' octylbiphenyl (8CB, Merck) 及 4-cyano-4'-n' octyloxybiphenyl (8COB, Merck) 的混合液晶, 混合重量比为 70:30。混合液晶的相变温度 $T_{SN} = 43.6^{\circ}\text{C}$, 介电各向异性 ($\epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp}$) 为正。

透明电极板的导电面上倾斜蒸镀 SiO, 作沿面排列导向层, 两片电极板之间夹 $25\ \mu\text{m}$ 厚的塑料垫层, 做成沿面平行排列的液晶盒。液晶盒有效面积为 $1 \times 1.5\ \text{cm}^2$ 。样品注入液晶盒内, 用气流控温仪控制液晶盒温度。

液晶盒两面电极上施加频率为 $2\ \text{kHz}$ 的电压, 以 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度改变液晶温度, 当温度从向列相的 47°C 降到近晶相的 39°C 时, 用偏光显微镜观察液晶织构的变化; 去掉偏振片, 以光电倍增管取代目镜, $\phi = 3\ \text{mm}$ 的圆孔代替物镜, 测定液晶的光透射率变化。

液晶盒的电容量与盒内液晶分子的排列有关, 因此, 当液晶织构稳定 ($T - T_{SN} < -3^{\circ}\text{C}$) 时, 去掉外加电压, 测定液晶盒的电容量。

本文 1990 年 6 月 29 日收到。

二、结果与讨论

在不同电压作用下降低液晶温度,则液晶在相变过程中产生的电热光效应与所加电压有关。其光透射率变化如图1所示。当电压为0V时,向列相和近晶相都呈透明状态。在向列相中,由于液晶盒壁面导向层的作用,全体液晶分子沿面平行排列;在近晶相中,液晶分子具有层状结构,但全体分子仍为沿面平行排列,显微镜观察如图2a所示的平面织构。当电压为4V时,近晶相中形成图2b所示的焦锥织构,光透射率约70%。继续增加电压,重复降温过程,则近晶相中形成更加密集的焦锥织构,光透射率也随之下降。电压为10V时,光透射率最低,约40%,形成如图2c所示的焦锥织构。如再增加电压,近晶相的光透射率又开始上升,当电压为17V时观察到图2d所示的球状织构,在逐渐加强的电场作用下,焦锥织构转化成球状织构^[3]。继续增加电压,光透射率继续上升,观察到图2e、f所示的液晶织构。随着电场作用的加强,球状织构的外围分子逐渐转向电场方向,形成垂面织构,因此光透射率上升。当电压为30V时,近晶相中全部形成垂面织构(层结构平行于壁面),呈透明状态。

图2的织构变化表示电场和壁面导向力的竞相作用下,近晶A相液晶的层结构从平面织构转为垂面织构的过程。但是用织构图很难一一对应的表示层结构变化的全过程,由于液晶分子的介电各向异性,当分子排列方向或层结构发生变化时,液晶盒的介电电容改变,因此我们测定了不同电压时,近晶相中各种织构对应的液晶盒的电容量。图3中虚线表示外加电压与近晶相光透射率的关系,这与图1一致;实线表示外加电压与液晶盒电容量的关系。当电压较低(0—15V)时,电容随电压增加而迅速增加,而当电压较高(15—30V)时,电容随电压的增加变为缓慢,并趋向定值。当外加电压较低时,接近壁面的分子受壁面导向力的作用,

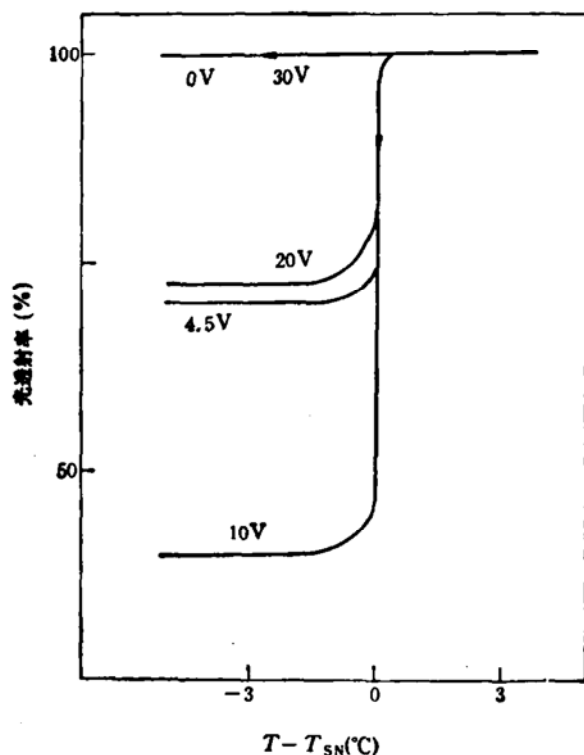


图1 近晶A相液晶的电热光效应 ($T_{SN} = 43.6^{\circ}\text{C}$)

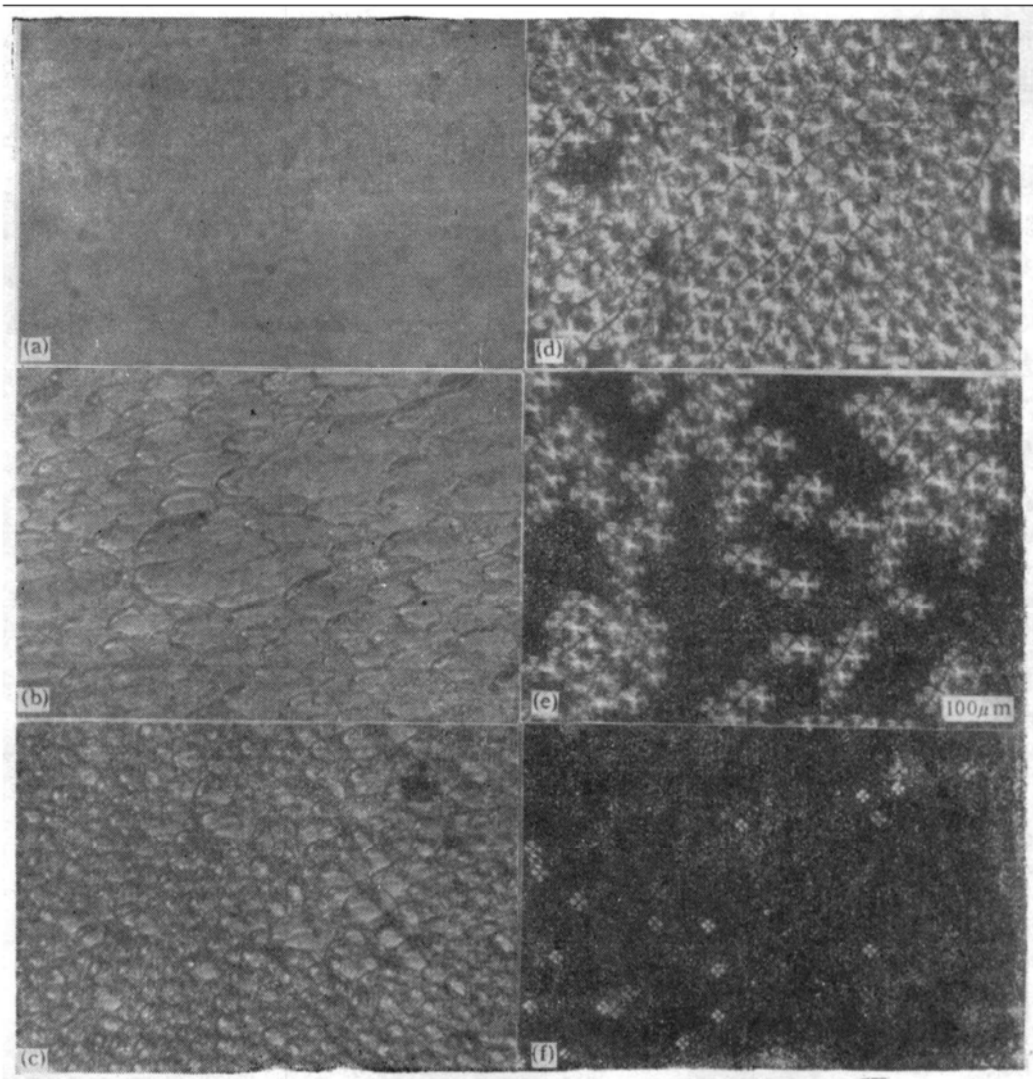


图2 近晶A相液晶结构与外加电压的关系
(a) 0V; (b) 4V; (c) 10V; (d) 17V; (e) 20V; (f) 25V

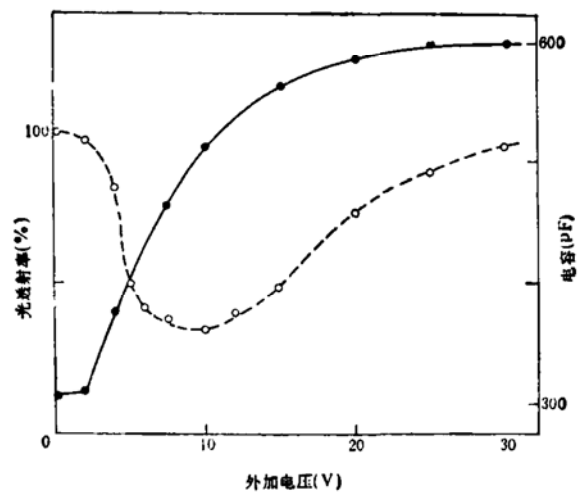


图3 近晶A相液晶的光透射率及介电容量与外加电压的关系
○光透射率; ●电容

沿壁面平行排列,受壁面作用弱的内层分子在电场作用下倾向电场方向,在向列相中分子排列形成扭曲状态,当进入近晶相中,这种扭曲排列变为层结构时形成焦锥织构。电压开始增大时,大量内层分子迅速倒向电场方向,使液晶盒电容量急速增加;到电压较高时,向列相中大部分分子沿电场方向排列,形成垂面织构,当相变转入近晶相时,只在近壁面处形成球状织构,电压再增加也只有近壁面的少量分子倾向电场方向垂直于壁面,因此液晶盒电容增加缓慢。当电压为 30 V 时,电场作用超过壁面导向作用,全部液晶分子沿电场方向垂直于壁面,形成垂面织构。此时液晶盒电容量最大,约 600 pF。图 3 的两条曲线可以表示近晶 A 相液晶的光学性质及层结构变化的关系。

参 考 文 献

- [1] Dazai, F., Uchida, T. and Wada, M., *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **34** (1977), 197.
- [2] Coates, D., Crossland, W. A., Morrissey, J. H. et al., *J. Phys. D, Appl. Phys.*, **11** (1978), 2025.
- [3] Hinov, H. P., *J. Phys. (France)*, **42** (1981), 307.
- [4] Dau Nuo and Nawa, N., *Research Bulletin of Meisei University*, **21** (1985), 23.