

ラビングマージンの広い液晶配向膜開発のための、ラビング強度及び分子構造と表面結晶性との相関の解明

石井秀則(0017386)

日産化学工業株式会社 電子材料研究所

1. 背景

近年、液晶ディスプレイ(LCD)を用いた薄型テレビ市場が急速に拡大し、それに伴ってLCDの高品質化のために激しい技術開発競争が行われている。LCDを構成する部材の中で、色彩や明暗を切り替える役割を担う液晶分子は、配向膜と呼ばれる高分子薄膜で制御されており、配向膜の液晶分子を均一に並べる力(液晶配向力)が大きいほど表示品質は向上する。液晶配向力は、配向膜の分子構造のみならず、LCDを組み立てる際の工程とも密接な関係がある。その工程の一つに配向膜を布で擦る(ラビング)という処理があるが、一般的に、ラビング強度が強いほど液晶配向力は大きい。しかし、ラビング工程は処理条件の精密な制御が困難で最も不具合が発生しやすい工程であり、ラビング布自身の個体差や、ラビング布の劣化による液晶配向力の低下で、LCDに表示不良が発生する事故がしばしば起こる。そのため、ラビング強度が変化しても液晶配向力は変化しない配向膜、具体的には膜の並び度合い(配向度)と膜表面の結晶化度のラビング強度依存性が小さい配向膜が望まれる。

複屈折位相差による検討から、ラビング強度の増大に伴って膜の配向度が向上することがわかっているが、その関係は単純な比例関係ではない。更に、配向膜の分子構造によって、配向度の増加傾向が全く異なるという結果も得られている。一方で、これまでの我々の微小角入射X線散乱による実験から、膜表面の結晶化度の向上が液晶配向力の向上に有効との知見が得られているが[1]、結晶化度とラビング強度との関係は未解明である。そこで今回、4種類の配向膜にラビングなし、弱ラビング、通常のラビング、強ラビングの4条件で処理を施した計16種類の配向膜について、膜表面の結晶化度の差異を微小角入射X線回折測定により評価した。

2. 実験

微小角入射X線回折はBL19B2の第二ハッチに設置された多軸回折装置を用いて行った。図1に測定装置の配置図、図2に装置写真を示す。入射光のエネルギーはSi(111)二結晶分光器により10 KeV(波長0.124 nm)とし、分光器下流に設置された二基のRhコートミラーを入射角4.4 mradに

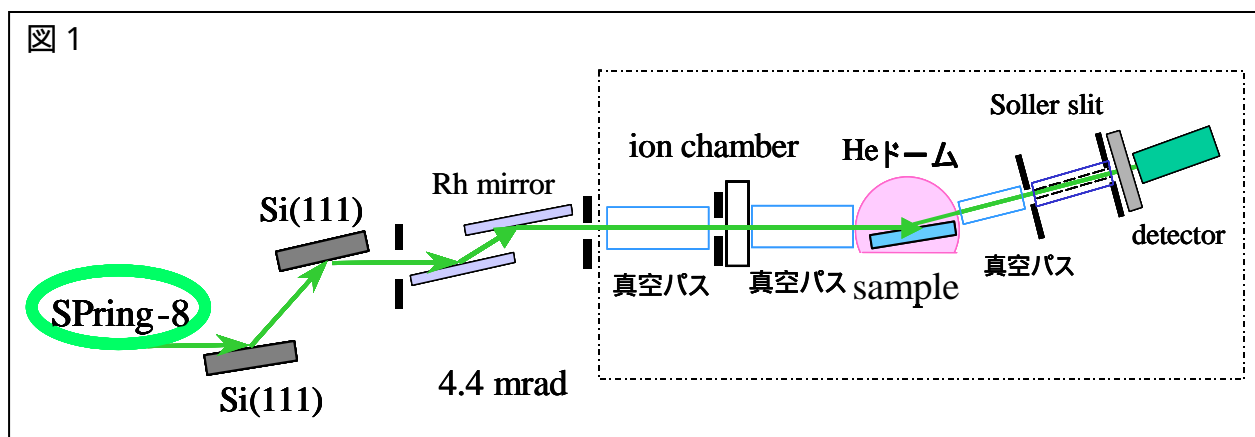
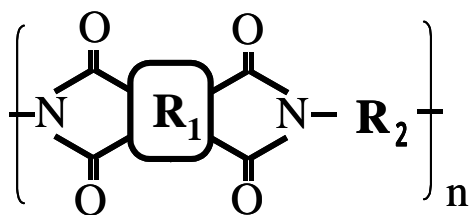


図 2



して高調波を低減するとともに、試料位置で縦方向に集光するようにミラーを湾曲させた。試料に入射する光は、試料直前の四象限スリットにより 0.2mm (縦) × 6.0mm (横) とした。試料は面法線が軸に平行になるように設置し、散乱面がほぼ水平になるように $\chi=90^\circ$ の配置にした。試料面内方向に回折 (散乱) された X 線は分解能 0.2° のソーラスリット (図 2) の下流におかれたシンチレーションカウンタで検出した。バックグラウンド低減と X 線照射による試料劣化防止のため、試料は He 雰囲気のカプトン製の容器に収納した。なお、表面敏感な測定をするために、試料表面への X 線の入射角は $0.12^\circ - 0.13^\circ$ とした。この条件での X 線の配向膜への侵入深さは約 10nm である。

図 3

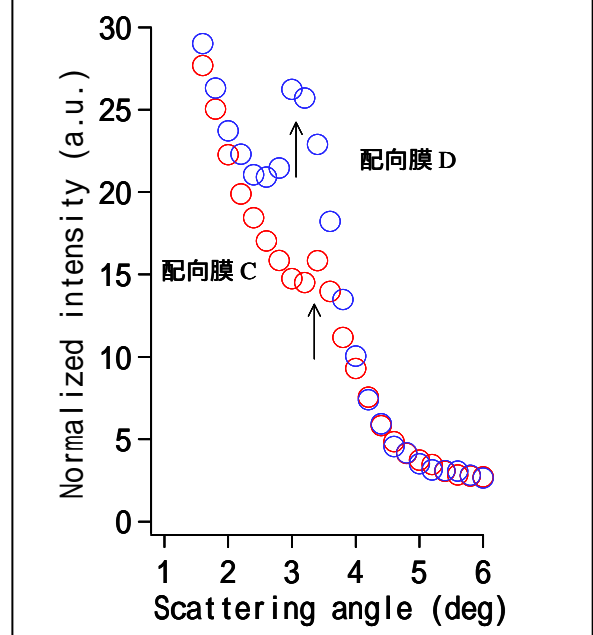


試料は、配向膜材料を 4 分割した 8 インチシリコン基板の上に塗布、焼成後にラビングなし、弱ラビング、通常のラビング、強ラビングを施したものをを用いた。なお、配向膜材料は図 3 で R_2 の部分の自由回転部位の数がそれぞれ異なる材料であり、本報告中では、自由回転部位が少ない順に配向膜 A, B, C, D とする。

3. 結果

それぞれの試料についてラビングと平行方向に配向した分子鎖からの回折が測定される条件 (散乱ベクトルがラビングと平行) で $-2 \leq z \leq 2$ (z は検出器の水平面内での回転に相当する。図 2 参照) 走査を行った。測定結果の例として、通常ラビングを施した配向膜 C、配向膜 D の結果を図 4 に示す。

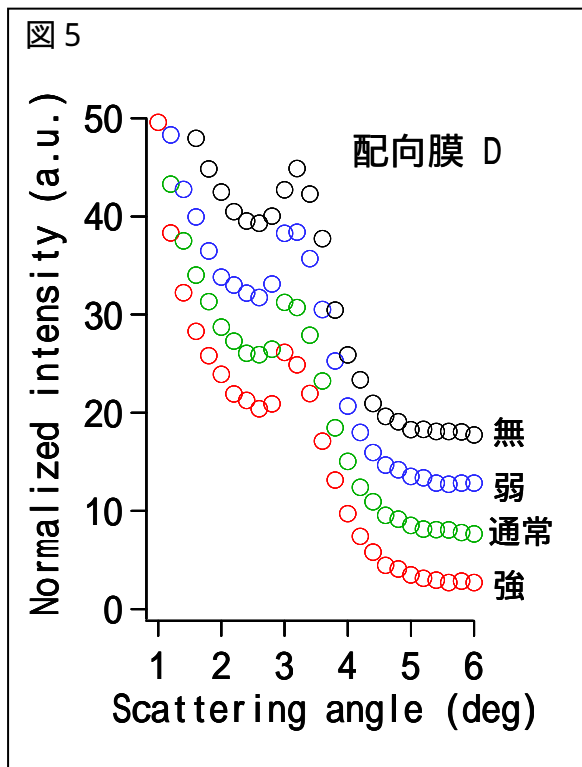
図 4



この図の規格化強度 (Normalized intensity) は、シンチレーションカウンタで検出された散乱 X 線強度をイオンチャンバーで測定された入射光強度で規格化したものである。図 4 中の矢印が示すように配向膜 C では散乱角 3.4° 、配向膜 D では散乱角 3.0° にピークが観測されている。配向膜 A, B も C, D と同様で、配向膜 A-D の 4 サンプルとも、ラビング方向に平行な方向では低角側 ($2 \leq \theta \leq 5^\circ$) に回折ピークが明瞭に観測された。各サンプルのピーク位置は、高分子鎖中の繰り返し単位 1 つ分の

長さに相当していることを確認した。

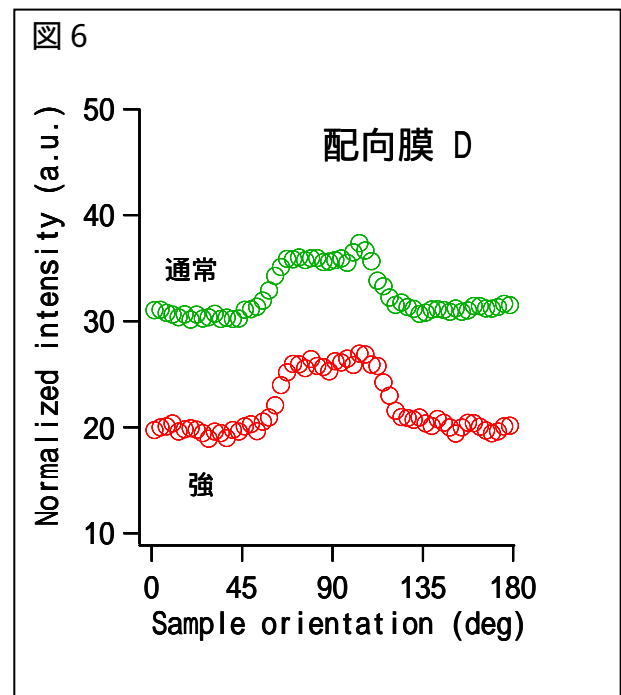
図5に配向膜Dのラビングなし、弱ラビング、通常ラビング、強ラビング試料のラビング方向に平行な -2θ 走査の結果を示す。この図が示すように、配向膜Dでは回折ピーク強度の有意なラビング強度依存性は観測されなかった。回折ピーク強度は表面の結晶化度を直接反映したものであるため、膜表面の結晶化度のラビング強度依存性は極く小さいと考えられる。これ以外の配向膜A、B、Cについても配向膜Dと同様に、回折ピーク強度のラビング強度依存性は観測されなかった。なお、平行方向でのラビングによる回折強度の増大は、配向膜Aがもっとも大きく、その次が配向膜Cで、配向膜B、Dの変化は極く小さかった。



続いて、各サンプルの高分子鎖中の繰り返し単位の基板面内方位分布を調べるため、各サンプルの低角側ピークに検出器角度 (2θ) を固定し、試料の方位角 (ϕ) を走査する、ロッキングカーブ測定を行った。図6に通常ラビング及び強ラビングを施した配向膜Dのロッキングカーブを示す。この図が示すように配向膜Dでは、表面付近の分子鎖の面内配向にラビング強度はほとんど影響しないことが明らかになった。他の配向膜も同様に、ロッキングカーブには配向膜A-Dのいずれも、弱

ラビング、通常ラビング、強ラビングでの差はみられなかった。また、サンプル間の分布の順列は、(狭)配向膜A < 配向膜B・C < 配向膜D(広)となった。

以上の実験により、膜表面の結晶化度はラビング強度に依存しないということが明らかとなった。したがって、ラビング強度の変化に伴う液晶配向力の変化は、配向膜全体の中で高分子鎖が配向している割合が変化していることに起因すると考えられる。



参考文献

[1] 酒井“機能材料”Vol.7 No.2 pp. 69-78 (2007).