

表面結晶化度の液晶配向性に与える影響

酒井隆宏(0013560),

日産化学工業株式会社 電子材料研究所

【序論】近年、液晶ディスプレイ(LCD)はモニターや TV 等に使用される薄型表示素子として重要な位置を占め、その市場は大きく拡大している。LCD は、基板に塗布された配向膜と呼ばれる有機高分子薄膜に配向方向を揃える処理を行い、この基板間に液晶を挟む事で液晶分子が均一に並べられた素子で構成される。そのため LCD の表示品質の向上には液晶配向制御が非常に重要な要素となる。

現在、配向膜の配向処理は膜表面を布で一方向にこする方法(ラビング)が用いられている。配向膜による液晶分子の配向機構は、ラビングにより配向膜の表面で配向した高分子と液晶分子間の分子間相互作用とされているが詳細は明らかではない。更には配向膜の配向状態を定量的に把握する手法も確立されていない。

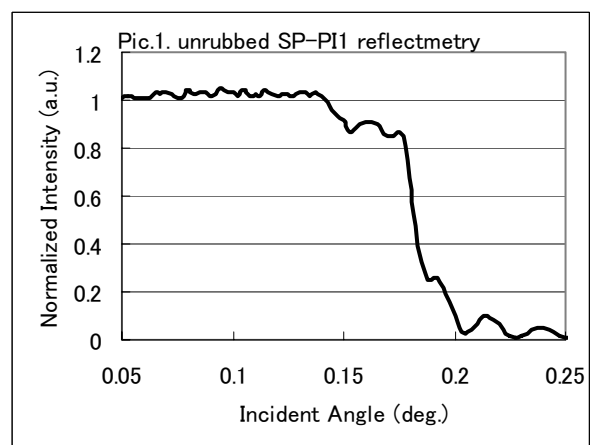
我々は、種々の有機高分子を用いた配向膜を開発し液晶配向の制御に取り組んできた。この開発上、配向膜の結晶化度と分子配向が液晶配向と密接な相関を有することを示唆する知見を得ている。本実験は、高輝度 X 線でのみ可能な微小角入射 X 線回折を用いて配向膜表面の結晶化度及び分子配向を測定することで、配向膜の分子構造の違いによる結晶化度や分子配向と液晶配向との相関を明らかにすることを目標とした。

【実験】配向膜試料として液晶配向性が異なる

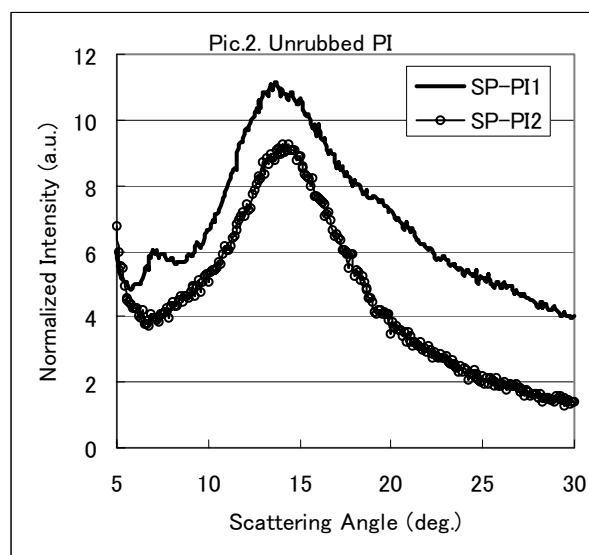
るポリイミド SP-PI1 (配向性良い) と SP-PI2 (配向性悪い) を 6 インチシリコンウエハー上に塗布、焼成した。各配向膜に対して、ラビング処理を施したものとそうでないものを準備した。

ラビング未処理の試料に関しては、先ず反射率測定を行い、全反射臨界角を求めた。次に微小角 X 線散乱測定を行なった。ラビング処理済みの試料に関しては、反射率測定から全反射臨界角を求め、X 線入射角を全反射臨界角以下と以上に設定することで配向膜表面の情報とバルクの情報を分けて測定した。また散乱ベクトルがラビング処理方向に平行、及び垂直になる条件で微小角入射 X 線回折の測定をすることにより、これまで定量的な評価ができなかった配向膜の表面分子配向評価法を確立することを目的とした実験を行った。

【結果と考察】ラビング未処理の PI-SP1 に対する反射率測定の結果を図 1 に示す。



この結果から空気-配向膜界面及び配向膜-シリコンウエハ界面の臨界角は 0.14° 及び 0.175° であることがわかる。配向膜バルクのみ得るためにX線入射角を 0.16° に設定し赤道方向のX線散乱実験を行った。また SP-PI2 についても同様にしてX線入射角を 0.145° に設定し同じ測定を行った。



どちらの配向膜も 14° 付近に大きくブロードなピークを持ち、SP-PI1 のみ 7.5° 付近に小さなピークを持つ結果となった。一般に配向膜はポリイミド薄膜であり、アモルファス状態だといわれている。このような場合ブロードなピークを1つ持つことは予測できる。しかし液晶配向性の良い SP-PI1 に関してはピークを二つ持つことから、液晶配向性と結晶性が何らかの相関を持つことが示唆された。

次に、ラビング処理した SP-PI1 について図1と同様の実験を行い、空気-配向膜界面及び配向膜-シリコンウエハ界面の臨界角は 0.135° 及び 0.165° であることがわかった。従って入射角 0.12° に設定し、散乱ベクトルがラビング処理方向に平行、及び垂直になる条件で微小角入射 X 線散乱の測定を行えば配向膜表面のみの分子配向状況を反映することが

予測される。また入射角を 0.15° に設定すれば配向膜のバルクの情報も反映することが予測される。また SP-PI2 についても同様の実験を行った。

しかし、散乱ベクトルが平行と垂直な場合で信号強度が大きく異なる結果となり、単純に比較できないことがわかった。これは基板であるシリコンウエハが歪んでいたため、基板の方向を変化させると、全反射臨界角が変化しX線の進入長が変わってしまったためだと思われる。またラビング処理により表面が平滑でなくなっていると仮定すると、局所的にX線の入射角が異なり、表面のみの情報を拾っていないことも考えられる。

高分子薄膜の微小角X線散乱実験例は少なく、特に空気-配向膜界面の臨界角より浅いところでのX線散乱実験はほとんど行われていない。今回は予備実験という位置付けで行ったが、測定を成功させるための改善点が明らかとなった。一つは基板の歪みを極限にまで押さえ込む必要があること。もう一つはラビング処理により配向膜表面に凹凸が無いことを確認することである。

また解析が終了していないために詳細なデータは省略させていただくが、反射率測定におけるフリンジの周期と幅の変化が SP-PI1 と SP-PI2 で異なっており、これら二つの配向膜間で電子密度分布が異なっていることもわかった。

【結論】 本実験により、配向膜表面近傍のみの分子配向を測定するための改善点が明らかになった。また液晶配向性と結晶性あるいは電子密度との間に相関関係があることが初めて示唆された。これは非常に興味深いことであり、今後も詳細な実験を行う予定である。