

光ディスクの複屈折評価

清野 賢二郎

近年、情報媒体としての光ディスクの発展はめざましく、開発競争も激化し各種メディアで記憶容量を競っている。この光ディスクの基板はポリカーボネートを代表とする高分子樹脂を射出成形することによって作製するのだが、高記録密度を実現するためには形状転写性とその抑制とともに複屈折の低減が求められている。

高密度記録光ディスクの開発にはこの射出成形技術による複屈折の低減がひとつのキーテクノロジーとなるのだが、射出成形の条件は無限ともいえるパラメーターの設定が可能であり、その各々の条件に対し基板の複屈折を面内分布を含め測定する必要がある。よって高密度光ディスクの開発をすすめるには、測定の正確性とともにより短時間で測定が要求される。

本稿では筆者らが利用している高速複屈折測定法とこれを利用した光ディスク基板の測定例を紹介する。

1. 光ヘテロダイン法による高速複屈折測定法^{1,2)}

本計測法における光学系の概略図を図1に示す。この測定計を用いることにより、1測定点あたり50msという短時間で主軸方位とリターデーションを同時に求めることができる(最新機においては5msでの測定が可能)。

軸ゼーマンレーザーは左右2周波円偏光Sを出射し、この光は被測定試料 $X_{\Delta\phi}$ (Δ, ϕ は各々試料のリターデーションと主軸方位を表す)、4分の1波長板 QW_{45} 、直線偏光子 LP_0 を通り光検出器で検出される。

各素子のミューラー行列を用いてストークスパラメーターを計算すると、光検出器への入射光 S' は

$$S' = LP_0 \cdot QW_{45} \cdot X_{\Delta\phi} \cdot S$$

で表され、検出される光強度信号成分は以下のとおりになる。

$$I = S_0' = a^2 + a^2 \sin \Delta \sin 2\phi \sin \omega t + a^2 \sin \Delta \cos 2\phi \cos \omega t$$

これを直流成分をローパスフィルターで、交流成分の直行

成分を2位相ロックインアンプで検出する。

$$I_{DC} = a^2$$

$$I_{\cos} = a^2 \sin \Delta \cos 2\phi$$

$$I_{\sin} = a^2 \sin \Delta \sin 2\phi$$

これらより測定試料のリターデーション Δ と主軸方位 ϕ をもとめることができる。

$$\Delta = \sin^{-1} \left(\frac{\sqrt{I_{\cos}^2 + I_{\sin}^2}}{I_{DC}} \right)$$

$$\phi = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{I_{\sin}}{I_{\cos}} \right)$$

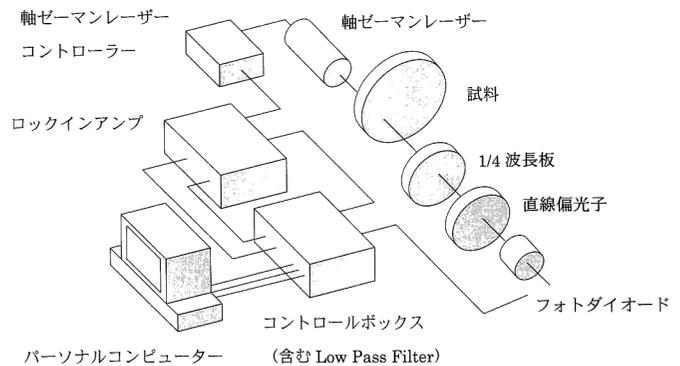


図1 測定装置構成図。

垂直入射リターデーション

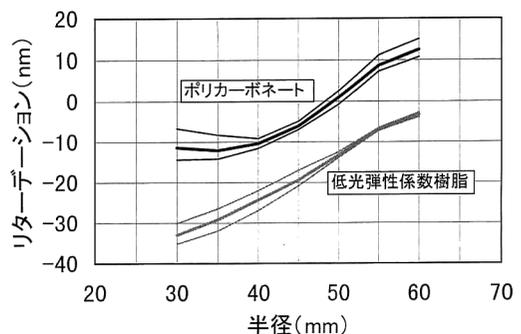


図2 垂直入射リターデーション(符合は主軸方位が周方向となるものを+, 径方向となるものを-とした)。

三菱化学(株)横浜総合研究所 (〒227-8502 横浜市青葉区鴨志田町1000番地)
E-mail: kiyono@rc.m-kagaku.co.jp

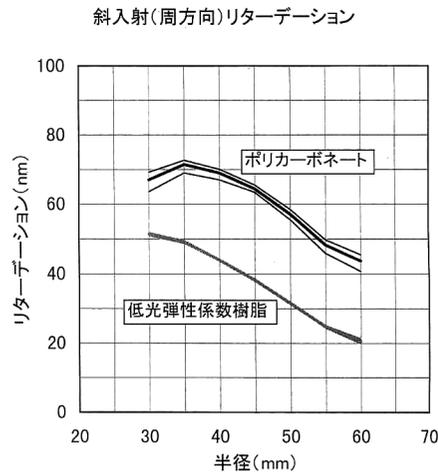
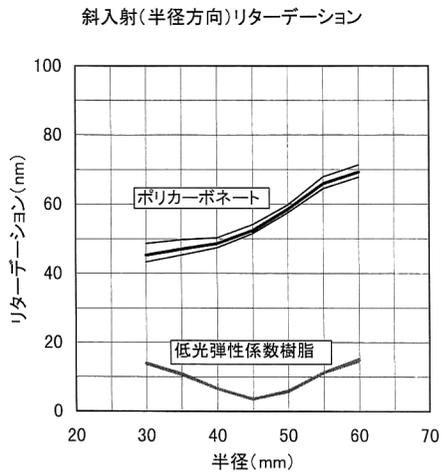


図3 斜入射リターデーション。

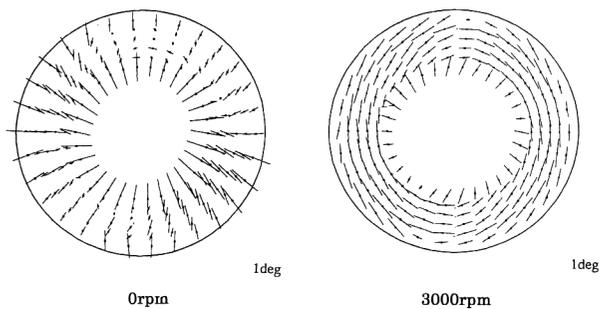


図4 高速回転による光ディスクの複屈折変化(文献2)より。

2. 光ディスク基板測定例

2.1 斜入射複屈折

光ディスクの書き込み・読み込みにおいては対物レンズを用い基板を透過して記録面上に集光している。このさいレンズの中央を通る光は当然基板に垂直に入射しているが、レンズの縁から入射する光は基板に対し角度をもって入射していることになる。光ディスクの高密度化にはこの斜入射のリターデーションの低減を考慮する必要がある。

今回1枚の測定ディスクに対し測定点を半径方向に30~60 mmまで5 mm間隔、円周方向に16分割と設定し、各測定点に対し垂直入射と30°の斜入射測定(円周方向と半径方向の両方向)の測定を行った。測定点が多数となるが本計測系では1枚あたり数分で測定可能である(測定時間の大半はステージの移動であり、これを改良することによるさらなる測定時間の短縮は容易である)。

図2, 3にポリカーボネート基板と低光弾性係数樹脂を用いた基板の測定結果を示す。斜入射での複屈折が垂直入射のものより大きな値となっているのが観察されるが、低

光弾性係数樹脂では比較的小さな値に抑えられているのがわかる。これを反映して低光弾性係数樹脂基板ではC/N比が高くなる、フォーカスマージンが広がるなどディスク特性として有利になっている。

2.2 回転光ディスク基板の複屈折測定

本計測系を利用した高速回転をしている光ディスクの測定例が報告されている²⁾。

回転の遠心力による複屈折の変化が観察されている(図4)。今後光ディスクにおいても高密度化のみでなく転送レートの上昇も要求される。これは書き込み・読み込み時にディスクを高速回転させることを意味している。この回転による複屈折変化も把握しておく必要が生じると思われる。

本稿では光ヘテロダイン法による高速複屈折測定法とこれを用いた光ディスクの測定例を紹介したが、光ディスクの高密度化にともない複屈折の測定はますます重要度をますますであろう。

なお、本測定においては東京農工大学梅田倫弘教授の多大な助力をいただいている。この場を借りて謝意を表したい。

文 献

- 1) 荒川慎介, 高柳淳夫, 梅田倫弘, 築地光雄, 高和宏行: “左右円偏光二周波レーザーを用いた高速複屈折測定”, 光学連合シンポジウム '94 講演予稿集 (1994) pp. 5-6.
- 2) 荒川慎介: “光ヘテロダイン法による高速・高精度複屈折測定法の開発”, 東京農工大学大学院工学系研究科修士論文 (1995).

(1998年8月14日受理)