

6. 低位相差の測定方法

KOBRA シリーズで低位相差フィルムを測定する場合、次のような3つの方法を使用しています。

1) 波長板回転法

波長板の遅相軸方位を $0, 30, 60, 90, 120, 150^\circ$ と6点変え、それぞれ試料との重ね合わせ状態で平行ニコル回転法によりレターデーションを測定します。そのときの波長板の遅相軸方位に対する見かけ上のレターデーション変化をコサインカーブで近似し、コサインカーブの極大値を与える波長板の遅相軸方位を試料の遅相軸方位(配向角) ϕ_s とします。

その後、波長板の遅相軸を ϕ_s にして試料との重ね合わせ測定をし、その全レターデーションから波長板のレターデーション R_0 を差し引いて試料のレターデーション R_s を求めます。

この方法は、以下の装置に採用しています。

装置	ソフトウェア
KOBRA-WR KOBRA-WPR	RE 面内位相差測定 入射角依存性の単独 N 計算、 $0\sim 50^\circ$ 測定 入射角範囲指定(※入射角 0° の配向角を求めるとき)
KOBRA-WX150K	WXK
KOBRA-21ADH (MS-DOS 版)	21ADH/LR 低位相差専用

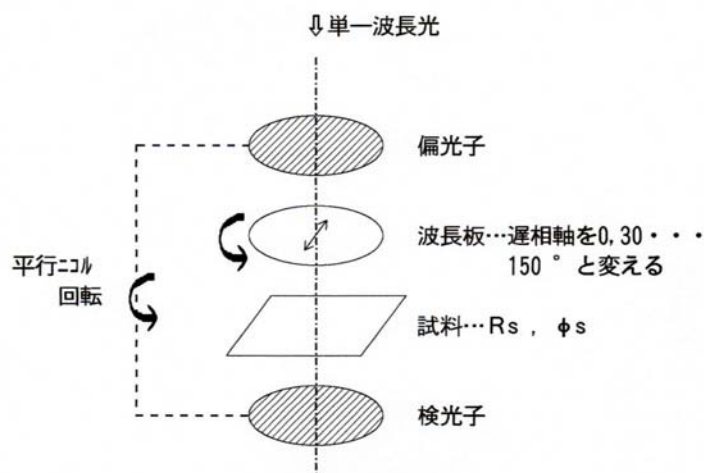


図1 測定系の図

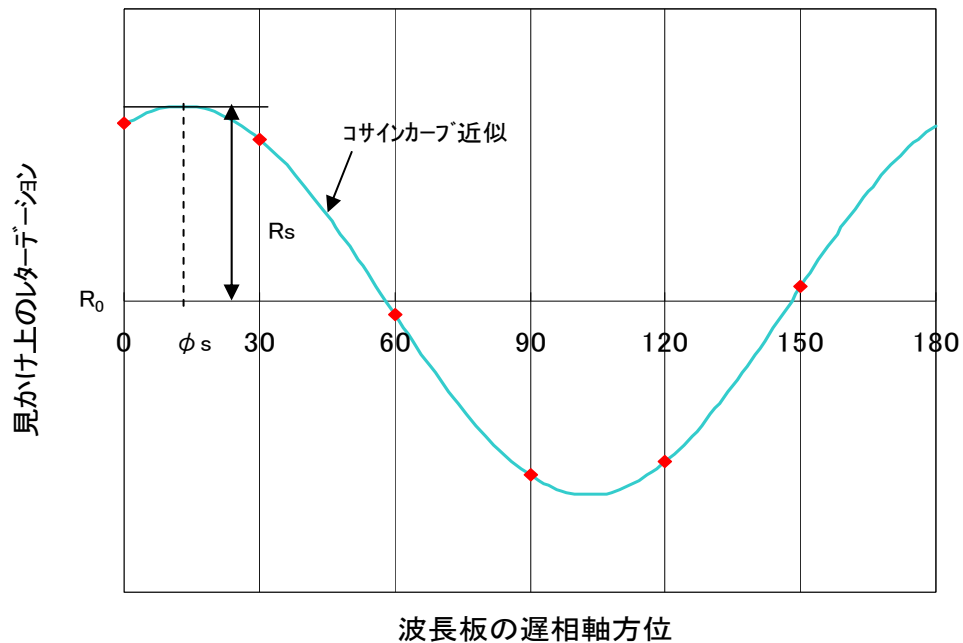


図2 波長板の遅相軸方位と見かけ上の位相差の関係

2) 波長板固定法

波長板の遅相軸方位を 0° に固定した状態で試料との重ね合わせ測定をし、その結果得られる見かけ上のレターデーションと配向角から、式①と式②によって試料のレターデーション R_s と遅相軸方位(配向角) ϕ_s を算出します。

この方法は、以下の装置に採用しています。

装置	ソフトウェア
KOBRA-HBR, KOBRA-HBPR	全方位特性
KOBRA-WR KOBRA-WPR	RE 入射角依存性の全方位特性 波長分散特性 入射角範囲指定(※入射角 0° 以外)
KOBRA-WX100, KOBRA-WX100/IR	DSP/X, DSP/XIR
KOBRA-WIXY	WIXY
KOBRA-WI (オンライン位相差計)	

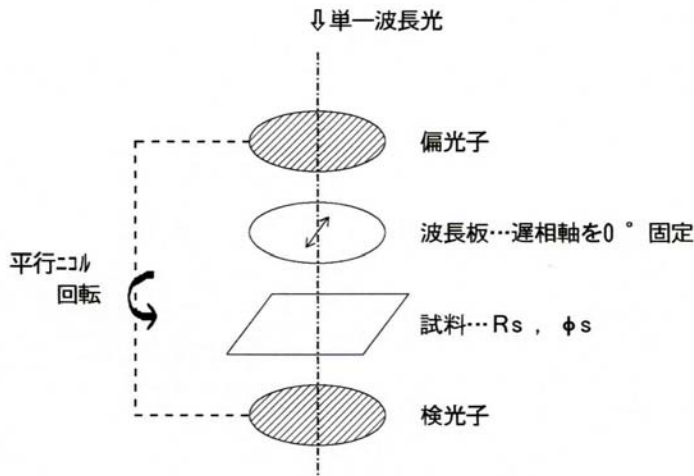


図3 測定系の図

$$R_s = \sqrt{\Delta R^2 + D(\lambda)^2 \cdot \phi'^2} \quad \text{①}$$

$$\phi_s = \frac{1}{2} \cos^{-1} \frac{\Delta R}{R_s} \quad \text{②}$$

ただし、 $\Delta R = R' - R_0$

R' ;重ね合わせ状態での見かけ上のレターデーション

R_0 ;波長板のレターデーション

ϕ' ;重ね合わせ状態での見かけ上の配向角

$D(\lambda)$;装置定数

式①および式②は、次のようにして導出します。

まず、以下の条件のもとで2枚のフィルムを重ねたものを、平行コル回転法で測定したときに得られるレターデーション R' および配向角 ϕ' をシミュレーションソフト PRK で計算します。

- 1) 1枚目のフィルム(波長板)を $R_0=100\text{nm}$ 、遅相軸 $=0^\circ$ 固定
- 2) 2枚目のフィルムの R_s を $5\text{nm} \sim 45\text{nm}$ の範囲 5nm ごとに変えて、かつそれぞれの R_s について遅相軸方位 ϕ_s を $0^\circ \sim 90^\circ$ の範囲 5° ごとに変える

計算で得られる R_s , ΔR および ϕ' について着目し、その特徴を図示すると図4のように3つの数値の間には2次錐面の関係が成り立つことがわかります。

$$\frac{\Delta R^2}{a^2} + \frac{\phi'^2}{b^2} - \frac{Rs^2}{c^2} = 0 \quad \text{③}$$

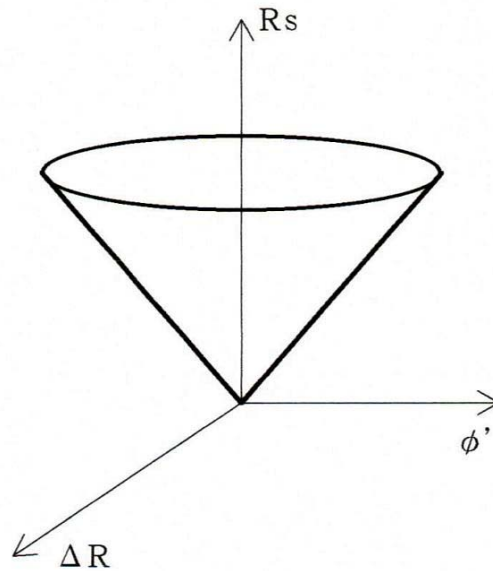


図4 2次錐面の図

式③を変形すると式①が得られます。

また ϕ_s と ΔR の関係に着目すると、次のような関係があります。

$\phi_s = 0^\circ$ のときに ΔR が最大

$\phi_s = 45^\circ$ のときに $\Delta R = 0$

$\phi_s = 90^\circ$ のときに ΔR が最小

したがって、 ϕ_s と ΔR の関係はサインカーブで近似され、それを書き直すと式②が得られます。

具体的には、装置に使用する測定波長と波長板の数値を用いてシミュレーションを行い、式①の中の装置定数 $D(\lambda)$ を決定します。

3) 円偏光入射法

円偏光板の楕円偏光およびサンプル透過後の楕円偏光を測定し、ポアンカレ球上の幾何学的な計算からサンプルの位相差と配向角を測定します。

装置	ソフトウェア
KOBRA-HBR, KOBRA-HBPR	面内位相差測定 単独 N 計算、 入射角範囲指定
KOBRA-WR KOBRA-WPR	RE/LR 面内位相差測定 入射角依存性の単独 N 計算、0~50° 測定 入射角範囲指定(※入射角 0° の配向角を求めるとき)
KOBRA-WX150K	WXK/LR

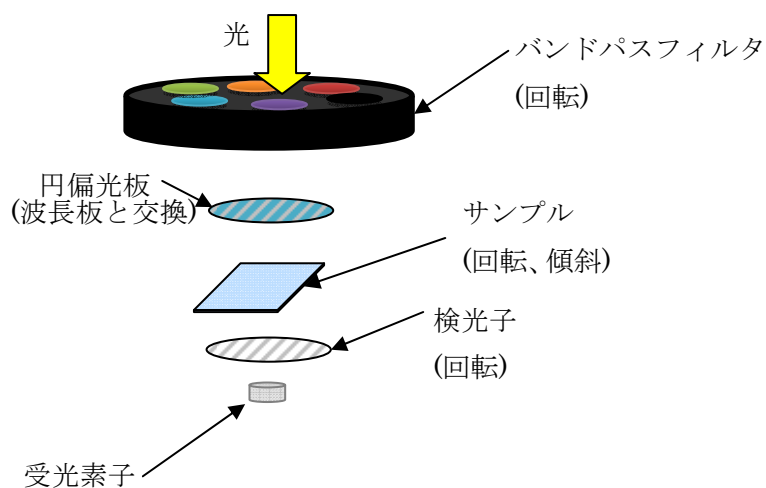


図 5 測定系の図

備考

KOBRA でレターデーション測定をする場合、低位相モードと標準モードのいずれかを選択しますが、入射角 0° のときのレターデーション(面内位相差)が約 45nm 以下のときに、低位相モードを使用します。