

一軸結晶および等軸結晶のカー係数の絶対符号の決定

Determination of the absolute signs of Kerr coefficients of uniaxial and isometric crystals

浜松ホトニクス(株) 中央研究所¹, 山梨大学²

○滝澤國治^{1,2}, 金蓮花²

Central Research Lab., Hamamatsu Photonics K.K.¹, Univ. Yamanashi²

Kuniharu Takizawa and Lianhua Jin E-mail: kuniharu.takizawa@crl.hpk.co.jp

まえがき 我々は前回,ポッケルス効果を利用して三斜晶系の主軸カー係数の絶対符号を決定する方法を明らかにした.[1] 今回はポッケルス効果の助けを借りずに,一部の正方晶系,六方晶系および等軸晶系の全カー係数 R_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$), R_{kk} ($k = 4, 5, 6$)の絶対符号と絶対値を決定する方法を提案する.

主軸係数の相対符号の決定 上記結晶の x_1 軸に電界 E を加えると,屈折率楕円体は次式となる.

$$(1/n_o^2 + R_{11}E^2)x_1^2 + (1/n_o^2 + R_{21}E^2)x_2^2 + (1/n_e^2 + R_{31}E^2)x_3^2 = 1 \quad (1)$$

ここで n_o , n_e は,それぞれ結晶の常光線屈折率および異常光線屈折率である.

x_3 軸方向に進む直線偏光の x_1 軸あるいは x_2 軸方向に振動する直線偏光成分の位相と位相差を測定すれば,カー係数 R_{11} と R_{21} の絶対値と相対符号が定まる.[2] 次に x_2 軸方向に伝搬する直線偏光における同様の計測から, R_{11} と R_{31} の相対符号が定まる. x_2 軸あるいは x_3 軸に電界を加えて同様の計測を行えば, R_{i2} と R_{i3} ($i=1, 2, 3$)の同一列内の主軸係数の相対符号が決まる.

主軸係数の絶対符号の決定 全てのカー係数の絶対値と絶対符号を決めるためには,座標変換が必要になる. 一例として,点群 422 の x_3 軸を固定して, x_1 軸と x_2 軸を角度 ξ だけ回転する結晶構成(Fig. 1)を用いて,決定プロセスを説明する. Fig. 1 の構成から新座標 x'_i と旧座標 x_i の関係および旧座標におけるカー効果に因る屈折率変化を求めて,それらを屈折率楕円体の式に代入すれば, 座標変換した場合のカー効果による微小位相変化 [式(2),(3),(4)] を得る.

$$|\theta_{1,2}| \propto E^2 |Part_a \pm \sqrt{Part_b}| \quad (2)$$

$$Part_a = (R_{11} + R_{21})\cos^2\xi + (R_{12} + R_{22})\sin^2\xi \quad (3)$$

$$Part_b = [(R_{11} - R_{21})\cos^2\xi + (R_{12} - R_{22})\sin^2\xi]^2 + [R_{66} \sin 2\xi]^2 \quad (4)$$

ただし $|R_{11}| \geq |R_{21}|$ のとき, θ_1 は+を, θ_2 は-を,それぞれ選択し,それ以外は逆符号を選択するものとする.

これから先は,結晶の対称性によって判定方法が若干

変化する.一軸結晶の場合には, $R_{11} = R_{22}$, $R_{21} = R_{12}$ を式(3),(4)に代入すれば, 次式を得る.

$$Part_a = R_{11} + R_{21} \quad (5) \quad Part_b = [(R_{11} - R_{21}) \cos 2\xi]^2 + [R_{66} \sin 2\xi]^2 \quad (6)$$

両式を以下の判定式に代入し, $\xi \neq 0, 45, 90^\circ$ とすれば,主軸係数の絶対符号を求めることが出来る.

$$|\theta_1| > |\theta_2| \text{ のときは } Part_a > 0, \quad |\theta_1| < |\theta_2| \text{ のときは } Part_a < 0 \quad (7)$$

まとめ 交差係数 R_{kk} ($k = 4, 5, 6$)の絶対符号判定プロセスを省略した.ポッケルス係数よりも遥かに小さいカー係数を計測するには,電界を大きくしなければならない.このとき光変調の非線形性に基くポッケルス効果の2次的影響により,測定誤差が増大する.このジレンマを解消する有力手段は, 多重反射干渉法[3]である. 今後は,この計測法をカー係数測定に応用することを検討する.

文献 [1] 滝澤國治, 金蓮花, 第 63 回応物春季講演会予稿集, 20p-H116-2 (2016).

[2] K. Takizawa and M. Okada, J. Opt. Soc. Am. B, **2** 289 (1985).

[3] 松本有祐, 吉田瞳, 滝澤國治, Optics & Photonics Japan, 5pC1 (2008).

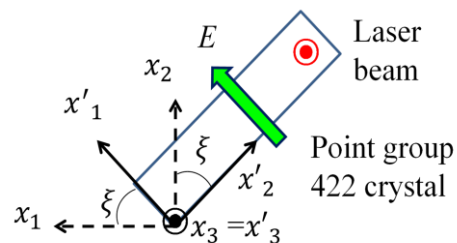


Fig. 1 Coordinate rotation of a tetragonal crystal