

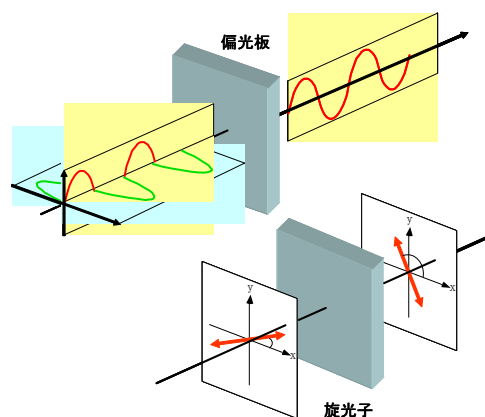
ディビジョン番号	13
ディビジョン名	高分子

大項目	3. 高分子の機能
中項目	3-1. 電子・光機能
小項目	3-1-3. 偏光・旋光材料

概要（200字以内）

偏光材料は、自然光（非偏光）から特定の偏光成分を取り出す材料であり、光学結晶による偏光子、偏光板、反射型偏光板、ワイヤーグリッド型偏光板などがあり、液晶ディスプレイ、液晶プロジェクタなどの用途で利用されている。

旋光材料は、偏光状態を保持したまま主軸方位を回転させる材料であり、人工水晶、ポリカーボネートなどの樹脂の延伸フィルム、ねじれネマチック液晶を利用した旋光子があり、光記録材料の光学系等で利用されている。



現状と最前線

自然光（非偏光）から特定の偏光成分を取り出すためには偏光材料が用いられる。一般に偏光材料は、偏光子、偏光板もしくは偏光分離素子などと呼ばれ下記のような種類がある。

- ① 光学結晶による偏光子：水晶、方解石のような複屈折性を有する光学結晶に、光学軸以外の方向から光が入射する場合、自然光は2つの直線偏光（固有偏光）に分かれて伝播する。光学結晶中の固有偏光間の光路が異なることを利用して、片方の固有偏光だけが直進するように光学結晶を配置し偏光子として利用される。光学結晶の配置から、ニコル・プリズム、グラントムソン・プリズム、ローション・プリズム、ウォラストン・プリズムなどが知られている。 $10^{-5} \sim 10^{-6}$ と高い消光比が得られる反面、入射角は $\pm 10^\circ$ 程度に、また大きさは2cm角以下程度に限定されるため、用途は主に光学実験用に限定される。
- ② シート・ポライザー（偏光板）：ポリビニルアルコール（PVA）にヨウ素や2色性色素を含浸させた後に1軸延伸する、もしくは1軸延伸したPVAに色素を含浸させることで、色素の遷移モーメントを一定に配向させ、延伸方向の偏光成分を吸収させることで出射光が直線偏光となる。消光比は 10^{-4} 程度であるが、シートロールとして大面積かつ安価に製造できるため液晶ディスプレイ用途を中心に今日最も広く利用されている偏光材料である。

③ 反射型偏光板：②では不要な方向の偏光成分を吸収により光路から取り除くのに対し、入射方向に反射するタイプの偏光板が反射型偏光板である。主には液晶ディスプレイや液晶プロジェクタのようなバックライトを利用するデバイスに用いられ、反射光を偏光解消した後、再入射させることで、吸収型偏光板に比べ光の利用効率が数10%向上するとされている。常光線屈折率が等しく異常光線屈折率だけが異なる2種類の1軸性薄膜を交互に数10層積層したタイプやコレステリック液晶の円偏光選択反射を利用するタイプがある

④ ワイヤグリッド型偏光板：周期が100nm以下、深さが200nm程度の金属格子は、格子に平行方向の偏光を反射し、垂直方向の光を透過する反射型偏光板となる。微細な金属格子からなるためワイヤグリッドの名で呼ばれる。①に匹敵する高い消光比が得られるほか金属材料で作製されるため②が使用できない高温領域での使用が可能という特長がある反面、電子線リソグラフィのような微細加工技術を要するため数cm角程度の小面積に限られる。主として液晶プロジェクタのような特殊用途に限られて使用されているが、近年ではナノインプリンティング技術の適用により大面積化する検討が行われている。

旋光材料は、偏光状態を保持したまま主軸方位を回転させる材料であり、天然物としては水晶、砂糖水溶液やテレピン油などが代表例であるが、工業的には旋光子として利用されている。

① $\lambda/2$ 波長板： $\lambda/2$ 波長板に偏光が入射された場合、波長板の光軸と入射偏光の主軸方位が成す角度のちょうど2倍となって出射される性質があり、旋光子として利用される。人工水晶のほか、ポリカーボネートやノルボルネンの樹脂を延伸したフィルムがあり、光記録材料のレーザピックアップ系や液晶ディスプレイで用いられている。

② ねじれネマチック液晶セル、高分子液晶フィルム：ねじれネマチック液晶のピッチが波長に比べ10倍程度長いモーガン条件を満たす場合、入射偏光は液晶の螺旋軸に沿って旋光し導波する。このようなねじれネマチック液晶を封入した液晶セルや、近年ではねじれネマチック配向を固定化した高分子液晶フィルムが旋光子として利用されている。

将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

偏光材料：偏光板の耐熱性の向上（ $\sim 120^\circ\text{C}$ ）、入射角依存性の改善

旋光材料：人工水晶代替の有機材料の開発（レーザピックアップ系）、波長分散特性の改善

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

偏光材料：偏光板の薄膜化（ $< 10\mu\text{m}$ ）かつ高消光比化（ $> 10^{-5}$ ）

旋光材料：完全理想逆分散特性の実現、入射角依存性の改善

キーワード

偏光板, 光学結晶, 旋光子, $\lambda/2$ 波長板, 人工水晶

(執筆者： 西村 涼)