

用語解説(13)

『記録薄膜』

PHB (Photochemical Hole Burning)

光学的に活性な分子種 (ゲスト) を透明な有機溶媒や固体マトリックス (ホスト) に分子オーダーで分散し極低温に冷却すると、ゲスト-ホストの作る微視的不均一性や歪等が固定化される。このような系はゲスト固有の幅 (d_{0h} : 均一幅) をもつ吸収の集まりとして幅広い吸収、即ち不均一幅 (d_{0i}) をもつ吸収スペクトル、を与える。この不均一幅は結晶の場合で 1 cm^{-1} 、アモルファス系で $100 \sim 1000 \text{ cm}^{-1}$ に達する。

これに狭いバンド幅をもつ振動数 ν_0 のレーザ光を照射すると、その光を共鳴吸収するゲスト分子のみが選択的に励起され、幅広い吸収スペクトルの ν_0 に相当する部分に幅の狭い“吸収の谷”即ち Hole が形成される。この際、励起されたゲストが光化学変化を伴う場合を PHB という。

PHB 現象は 1974 年ソ連の研究者により最初に報告され、高分解能分光法としての可能性が示された。その後、IBM の研究者により波長多重メモリ媒体としての可能性が示され、俄然注目を集めるようになった。即ち、PHB を示す薄膜を媒体とし、Hole を信号の 1 ビットに対応させれば、原理的には x, y および z 空間の三次元記録が可能になる。

PHB を示す材料としては、光互変異性を用いるポルフィリンおよびフタロシアニン、水素結合の再配位を用いるキニザリン等が代表的なものである。(大野)

- 1) A. R. Gutiérrez, J. Friedrich, D. Haarer and H. Wolftrum: IBM J. Res. Develop. 26, 198 (1982).

Electrooptic Effect (電気光学効果)

物質中の電界によって光学的性質(屈折率)が変化する以下の現象をいう。(1) 静電界内にある等方性の透明物質 (BaTiO_3 , SrTiO_3 など) は光学的には一軸性結晶としてふるまうため、複屈折性をおびる。これがカー効果である。一軸性結晶の対称性からは 1 次の電界効果成分は現われないので、カー効果における屈折率の変化は電界の 2 乗に比例することになる。強誘電体では自発分極による屈折率の変化(自発カー効果)も生じうる。(2) 圧電性結晶 (LiNbO_3 , GaAs など) に電界を印加すると、線形の電気光学効果が生じ、屈折率が電界の強さに比例して変化する。これをポッケルス効果と呼ぶ。この場合、結晶構造の対称性からきまる電気光学係数テンソルの非零成分を考慮して電界の印加方向を設定する。(3) 分子構造上、高い誘電率・屈折率異方性を有する液晶を単結晶化(配向)し、電界を印加した場合にも、分子配列の変化によって大きな屈折率変化が生じる。この現象は分極変位に起因する上記(1)、(2)とは基本的に異なるが、電気光学効果の一つとみなされる。

以上の効果はいずれも光の強度を電界によって変調させうる。ポッケルスセルは光変調・光スイッチング素子、光応用計測に対して有用であり、液晶セルの光シャッタ機能は情報表示に應用されている。(越田)

- 1) 工藤恵栄: “光物性の基礎”(オーム社, 1977).

Magnetic Anisotropy (磁気異方性)

磁気異方性とは強磁性体の自発磁化が磁性体の特定の方向を向く傾向をいう。磁気異方性の発生原因はいろいろあるが、主な要因として結晶の対称性や磁性体の形状効果が挙げられる。最も簡単な磁気異方性は一磁区磁気異方性である。例えば、コバルトは最密立方格子構造を持つ強磁性金属であるが、その磁化は c 軸方向に向きやすい性質を持つ。コバルトの c 軸のように自発磁化の安定な方向を磁化容易軸、逆に不安定な方向を磁化困難軸という。

磁性体の用途によっては磁化容易軸の向きを特定の方向にそろえて使われることが多い。例えば、磁気テープや磁気ディスクでは $r\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 、磁性粉や Co-Ni 磁気膜の磁化容易軸が磁気ヘッドの磁化方向と同じ基板面と平行になるように製造上の工夫が凝らされている。また、磁気バブル素子に使われる希土類鉄ガーネット膜、光磁気記録媒体の Tb-Fe 系非晶質磁性膜、あるいは垂直磁気記録媒体で使われる Co-Cr 膜などでは、いずれも磁化容易軸が基板面と垂直になるように形成されている。磁気異方性の大きさや向きを制御する技術は磁性材料の性能向上に不可欠なものである。(二本)

- 1) 近角聡信: “強磁性体の物理(下)” (裳華房, 1985).

Magnetic Bubbles (磁気バブル)

膜面に垂直な方向を磁化容易軸とする磁性体薄膜中に存在する円筒状の磁区のことを、バブル磁区とも言う。磁区内の磁化の方向は周囲とは逆向きである。磁気バブルメモリでは、バブル磁区の有無により情報を蓄える。光磁気記録においてもバブル磁区を記録ビットとして用いるが、両者を用いる記録媒体では保磁力が大きく異なっている。磁気バブルメモリでは保磁力が小さな(磁区の移動が容易な)ガーネット材料を用い、媒体中のバブル磁区を移動させて情報の書き込み・読み出しを行う。これに対し、光磁気記録では保磁力の大きな材料を用い、情報のアクセスは媒体の移動(ディスクの回転)により行う。最近研究が進められているプロホラインメモリもバブル磁区(実際には、バブル磁区を細長く引き伸ばしたストライプ磁区)を利用したメモリである。ただし、このメモリでは磁区の有無ではなく、磁区の壁(磁壁)の中に存在する“プロホライン”と呼ばれる磁化方向の遷移領域により情報を記録する。このため、従来の磁気バブルメモリに比べ 1 桁以上大きな記憶密度が得られる。このメモリでは、プロホラインを磁壁に沿って移動させるため、磁気バブルメモリと同様に保磁力の小さなガーネット材料が用いられる。(細江)

- 1) 桜井良文編: “磁気バブル”(オーム社, 1982).

Magnetic Garnet (磁性ガーネット)

ガーネットの名称はざくろ石の結晶構造をもつ材料につけられており、磁性ガーネットの代表的なものに YIG (Yttrium Iron Garnet, イットリウム鉄ガーネット) がある。ガーネットの一般式は $A^{\text{II}}_3B^{\text{II}}(\text{SiO}_4)_3$ で表わされる。天然のざくろ石は 2, 3, 4 価の金属原子を含んでいるが、エレクトロニクス素子用に開発された人工結晶は全てを 3 価の原子で置換したものが多し。磁性ガーネットは組成式 $A^{\text{II}}_2B^{\text{II}}_2B^{\text{III}}_2O_{12}$ で表わされ、B 位置を Fe (III) が占めるもので、YIG は $Y_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ の組成式をもつ。磁性ガーネットはバブルメモリ素子、マイクロ波用および光通信用アイソレータ等に単結晶か薄膜やバルクの形で使われている。B' は 8 面体、B'' は 4 面体の酸素原子で囲まれ

TECHNICAL TERMS (13)

ているが、スピンの方向が逆なためフェリ磁性を示す。ガーネット全体の磁気モーメントは B^I, B^II 位置を占める Fe の量や、A 位置に磁性希土類原子が入るかどうかで決まる。そこで、Al や Ga などの 3 価の元素や Gd, Dy などの希土類元素で置換することにより、磁気特性を調整できることが磁性ガーネットの特徴である。

(高木)

- 1) 近角聡信: “強磁性体の物理(上)” (裳華房, 1978).

Magneto-Optical Effect (磁気光学効果)

物質中の磁気と光との相互作用を通じて生ずる光学効果のうちで、磁気が入射光の偏光性を変化させる現象は狭義の磁気光学効果とみなされる。その代表例がファラデー効果(1845)、磁気カー効果(1876)およびフォークト効果(1898)である。通常、磁気光学効果はこれら三つを指す。透過光の偏光面を回転させる磁気旋光効果がファラデー効果、反射光のそれが磁気カー効果である。両者ともに、観測光の進行方向と試料の磁化とが平行な場合(ファラデー配置およびカー効果に対応)、偏光面の回転角(磁気旋光角)が磁化の大きさに比例することから、磁性体の自発磁化を利用した応用研究が進められてきた。代表的な応用例は前者では光アイソレータ、後者では光磁気ディスクである。主な磁気光学材料としては、光透過性がよくファラデー回転も大きい磁性ガーネット、カー回転角は小さいものの S/N 比の点で有利な遷移金属・希土類アモルファス合金薄膜、などがある。

磁気光学効果は、現象論的には、磁性体中の電磁波伝搬の問題として記述でき、微視的には、右円偏光と左円偏光に対する光学遷移確率の違いとして説明される。現在、磁気光学効果の増大を実現する材料設計指針を得るための基礎的研究も進められている。(越田)

- 1) 桜井良文編著: “光・マイクロ波磁気光学” (丸善 1976).

Phase Change (相変化)

明確な物理的境界によりほかと区別される物質系の均一な部分を相といい、ひとつの相から他の相に変化する現象を相変化、あるいは相転移、相変態ともいう。物質がとりうる相は気相、液相および固相に大別される。固相では非晶質と結晶質の区別があり、さらに結晶質でも結晶構造が異なると別の相とし

て区別される。相変化は物質が置かれている系の温度や圧力が変わることによって生じ、核生成と成長の二つの主な段階を経て進行する。相変化が起こると、一般に物質の物理的および化学的性質が変化する。この相変化に伴う物性の変化は工学的に様々な分野で活用されている。

例えば情報記録の分野で、相変化に伴って光の反射率が変化することを利用した記録媒体が用いられている。原子配列の異なる 2 種類の安定相を情報の記録と消去に対応させるもので、非晶質と結晶、または結晶 1 と結晶 2 の相変化が利用されている。微少領域で相変化を起こさせるためにレーザ光が用いられる。前者のタイプの相変化材料として TeO_2 , Sn-Te-Se 薄膜、後者のタイプの材料として Ag-Zn , Cu-Al-Ni 薄膜などがある。(二本)

- 1) J. Wolf 編, 永宮健夫訳: “構造と熱力学” (岩波書店, 1968).
2) 高尾正敏: 応用物理 55, 689 (1986).

Photoelectric Effect (光電効果)

物質が光を吸収して自由電子(伝導電子を含む)を生ずる現象をいい、またこの際生成する電子を光電子という。吸収体および自由電子の状態により、1) 原子がイオンと電子とに分れる光電離、2) 固体表面から光電子を放出する外部光電効果(狭義の光電効果)、3) 絶縁体や半導体の内部において伝導帯中の電子が増加する内部光電効果(光電導)、4) 固体接触面における光起電力効果等に分類される。

歴史的には、1888年 W. L. F. Hallwachs により、金属面についての外部光電効果が発見された。この効果は

$$\nu_0 = e\varphi/h$$

で定まる限界振動数 ν_0 以上の場合に限って起こる。ここで e は電子の電荷、 φ は光学的仕事関数および h はプランク定数である。この事実も A. Einstein により、光の粒子性を示すものとして説明され、量子論の礎石となったことはあまりにも有名である。

一方、実際に観測される現象は前記のように多岐にわたるため、光電管、光電子増倍管、各種撮像管、光電池、光センサ、電子写真用感光体、光メモリ媒体等広範囲に活用されている。

(大野)

- 1) “理化学辞典(第3版)” (岩波書店, 1971) p. 446.