

フロギストン

単一分子性金属 single-component molecular metal

アントラセンのような一種の分子が作る分子性結晶は絶縁体であると長い間信じられてきた。理化学辞典(岩波, 第5版)には, 分子とは「1個の独立の粒子として行動すると考えられる原子の結合体」であり, 「イオン結合によってつくられる多くの塩類結晶や金属結合で作られる金属の結晶では, 独立の粒子としての分子の存在をみとめることはできない」と記載されている。勿論, 現在では分子を構成要素とする金属や超伝導物質が沢山知られているが, それらは総て二種類以上の分子やイオンを含む化合物である。しかし, 2001年にジチオレン配位子を持つ遷移金属錯体分子が合成され, その分子が集合して出来た分子結晶が3次元フェルミ面を持つ金属結晶であることが証明された。このことにより, 分子の最高被占軌道と最低空軌道のエネルギー差が非常に小さく, またこれらのフロンティア軌道が大きな分子間相互作用を持ちうるような分子が結晶化する場合には, 一種の分子が作る結晶でも金属結晶となりうる事が判明し, このような結晶は単一分子性金属と命名された。(日本大学 小林 速男)

有機伝導体中の質量ゼロのディラック粒子 massless Dirac fermions in organic conductor

最近, グラフェンやビスマス化合物などの表面に出現する質量ゼロのディラック粒子が注目を集めている。相対性理論によれば粒子のエネルギー E , 運動量 p および静止質量 m_0 の間には $E^2/c^2 = p^2 + m_0^2c^2$ という関係があり, 質量がゼロのとき E は p に比例する。フォトンの場合には $E = h\nu$ であり, $p = h\nu/c = h/\lambda$ のドブロイの関係式となる。通常, 金属結晶中の電子の場合, p を $\hbar k$ とし, 電子の有効質量を m^* として, $E = \hbar^2 k^2 / 2m^*$ とあらわされ, E は k^2 に比例するが, α -ET₂I₃ (ETは有機 π ドナー分子, I₃⁻は対アニオン)と略称される有機伝導体の高圧金属状態では結晶が三斜晶系に属しているにもかかわらず, 二つのエネルギー分散曲線がエネルギーギャップを持つことなく交差(縮退)し, 丁度この交差点(ディラックコーン)の位置とフェルミエネルギーが一致することが推定され, 精度の高いバンド計算によっても確認されている。従って, フェルミエネルギー近傍の電子(正孔)のエネルギーは k に比例し, 質量ゼロの粒子と見なされる。このような状況下の α -ET₂I₃では電子(正孔)が光速の3000分の1の高速で運動しているなど, 種々の特異的な振る舞いを示す事が我が国の研究により実験的に確認された。(日本大学 小林 速男)

ヘムタンパク質 heme protein

ヘム(鉄ポルフィリン錯体の一種)を含むタンパク質の総称。生体内では, 小分子の輸送, 電子伝達, 酸化還元, 分子センサーなどの機能をもつ。これらのタンパク質の機能においては, タンパク質中で通常ヘムが活性部位として働く。(大阪大学 水野 操, 水谷 泰久)

共鳴ラマン効果 resonance Raman effect

ラマン散乱測定において, 照射する光の振動数が分子の電子遷移の振動数に近づくと, 散乱光の強度が非常に強くなる現象。共鳴ラマン効果によって, 濃度の低い試料であってもS/N比の高いスペクトルが得られる(高感度)。また, 電子遷移に関係する部分の散乱光のみが強くなるので, 分子中で特定の部分だけの, あるいは混合物の中で特定の分子のみの構造情報が得られる(選択性)。これらはタンパク質試料の測定や反応中間体の測定において大きな利点となる。(大阪大学 水野 操, 水谷 泰久)

エネルギー散逸過程 energy dissipation process

化学反応や無輻射遷移によって分子に生じたエネルギーが, その分子から周囲の分子に移動し, さらにその周囲へと伝搬していくというように, 分子がもつ過剰なエネルギーが熱エネルギーに不可逆的に変化する過程を指す。(大阪大学 水野 操, 水谷 泰久)

フォトリソグラフィ photolithography

フォトリソグラフィは感光性物質(フォトレジスト)を塗布した物質の表面をパターン露光する事によって露光部分と非露光部分からなるパターンを作製する技術である。本稿では, 初めに, Si基板の表面にスピンコートによってフォトレジストを薄く塗布する。今回用いたポジ型フォトレジストは感光性の有機化合物を有機溶媒に溶かしたものであり, 紫外線に露光される事によって分解される性質を持つ。次に, 構築したい微細パターンの形状を描いたメタルマスクを基板に重ね, 紫外線を照射してレジスト膜にパ

ターンを焼き付ける。その後、水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液で基板を洗浄し、微細パターンの形にレジスト膜を除去する。こうする事によって、レジスト膜が存在しない部分にのみ選択的に薄膜作製または Si エッチングを行って微細構造を構築した。（東京大学 岡田 悠悟）

Si エッチング Si etching

本稿では、Si 基板上に SiO₂ 層と SiN 層からなる薄膜（メンブレン）を形成し、フォトリソグラフィによってエッチングパターンを抜き取ったレジスト膜を作製し、選択的にメンブレン及び Si をエッチングして立体的な微細構造を構築した。メンブレンはフッ酸で、Si は水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液でそれぞれ選択的にエッチングできるので、フッ酸でレジスト膜に形成したパターンに従ってメンブレンをエッチングした後、基板を 90 °C の水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液に投入し、Si をエッチングした。Si 結晶は方位によって原子を取り去るのに必要なエネルギーが異なり、水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液中では、(100)面及び(110)面は 1 μm min⁻¹ 程度の速度で比較的容易にエッチングされるが、(111)面はほとんどエッチングされない。このため、Si に対するエッチングはメンブレンを取り去った部分の形に従って異方的に行われ、最終的には(111)面で囲まれた四角錐状のエッチング孔が形成されてエッチングは停止する。これらの選択的な Si エッチングによって、試料を取り付ける部分が周囲の Si 基板からほとんど完全に熱的に絶縁された立体構造が構築された。（東京大学 岡田 悠悟）

グリュナイゼン定数 Grüneisen constant

フォノン周波数の体積依存性は、周波数変化率を $\delta\omega/\omega$ 、体積変化率を $\delta V/V$ とすると、

$$\frac{\delta\omega}{\omega} = -\gamma \frac{\delta V}{V}$$

と現わされる。ここで、比例定数 γ がグリュナイゼン定数である。（東京大学 岡田 悠悟）

液相法 solution mixing method

液相法とは、酸化物などのセラミックス合成法の一つで、金属イオンを含む溶液を介してサンプルを作製する方法。共沈法もペチーニ法も液相法の一つである。共沈法とは、複数の金属イオンを含む溶液から溶液の pH を変化させることにより、水酸化物や有機酸塩を同時に沈殿させる方法で、複合酸化物などの調整に用いられる。しかし、少量の均質な試料を作製するのには向いているものの、大量の溶液の pH 調整は困難であり、大量合成には適していない。ペチーニ法は、クエン酸塩法や錯体重合法とも呼ばれ、複数の金属イオンが溶解した混合溶液に、クエン酸などのキレートとエチレングリコールなどのポリアルコールを添加することにより、ポリエステル化反応で前駆体を作製し、熱処理によって均質な混合粉末を作製する方法である。（日本大学 丹羽 栄貴）

焼結密度・気孔率 relative density・porosity

細孔のない単結晶体の密度（理想密度 d_{th} ）を基準として、焼結体の密度 d_{app} の相対的な割合を百分率で示した値のことを焼結密度という。相対密度ともいう。気孔率 ψ とは、セラミックス焼結体に占める細孔の割合のことであり、以下の式で表わされる。

$$\psi[\%] = \left(1 - \frac{d_{app}}{d_{th}}\right) \times 100$$

理想密度 d_{th} はサンプルの式量と X 線回折測定で求めたモル体積から求めることができる。（日本大学 丹羽 栄貴）

熱力学温度計 thermodynamic thermometer

熱力学温度との関係が物理法則により分かっている物理量を測定し、ある熱力学温度がケルビンの何倍であるか、または二つの熱力学温度の比を決定できる温度計。一次温度計ともいう。

理想気体の状態方程式を基にした定積気体温度計、気体の誘電率を測定する誘電率気体温度計、単原子分子気体の音速を測定する音響気体温度計、電気抵抗体の発する熱雑音を観測する熱雑音温度計、黒体放射を観測する放射温度計などがある。

現在、国際単位系 (SI) のケルビンの定義の変更の方向

性を受けて、熱力学温度計を用いたボルツマン定数の測定が盛んに行われ、測定の不確かさを極限まで低減する開発競争が各国の計量標準機関で行われている。

(産業技術総合研究所 山澤 一彰)

音響気体温度計 acoustic gas thermometry

熱力学温度計の一種。原理は、音速と熱力学温度との関係を利用し温度を測定するものである。金属製の共鳴器の中の気体を音響共鳴させ、その共鳴周波数と、共鳴器の寸法とから音速を求め、関係式から熱力学温度を求める。数ある熱力学温度の測定手法のうち、現時点では測定不確かさが最小で 1 ppm を切る報告もあり、国際単位系 (SI) のケルビンの定義の変更の際に必要なボルツマン定数値の決定に大きな寄与を与える見込みである。

共鳴器の形状には球形の共鳴器やその改良型の擬球形共鳴器、および円筒形の共鳴器が用いられる。共鳴器の寸法の精密な測定には、球形の共鳴器の場合にはマイクロ波の共鳴周波数、円筒形の場合にはレーザ干渉計などを使用する。

(産業技術総合研究所 山澤 一彰)

補間計器 (ITS-90) interpolating instruments (for the ITS-90)

1990 年国際温度目盛 (ITS-90) の目盛を定義する温度計。ITS-90 とは、下限の 0.65K から、単色放射温度計を用いてプランクの放射則で実際に測定可能な高温までの範囲の温度目盛を定義している。ITS-90 では、温度値の付与された実験的に実現可能な温度 (定義定点) と、特定の計器 (補間計器) を用いて目盛を定義している。

各温度域の補間計器は下記の通り。

- 0.65 K から 3.2 K : ^3He 蒸気圧温度計
- 1.25 K から 5 K : ^4He 蒸気圧温度計
- 3 K から 24.5561 K : ^3He または ^4He の定積気体温度計
- 13.8033 K から 1234.93 K (961.78 °C) : 白金抵抗温度計
- 1234.93 K (961.78 °C) 以上 : 単色放射温度計

(産業技術総合研究所 山澤 一彰)