レーザーオリジナル

レーザー干渉法によるマトリクス試料の厚さと吸光係数測定

和田 一 洋*・石井 克典**

(1995年7月10日 受理)

Measurement of the Thickness and the Absorption Coefficient of Matrix Samples by Laser Interferometry

Kazuhiro WADA* and Katsunori ISHII**

(Received July 10, 1995)

A mixture of SF₆ and rare gas was solidified on a Ge substrate at 30 K to form a matrix sample. The thickness of the matrix was measured by interferometry using a He-Ne laser. From the number and the pattern of Newton rings appearing on the sample, the thickness and the crosssectional form of the matrix was derived. By using the value of the thickness with the IR spectrum of the sample, the absorption coefficient of SF₆ in a Kr matrix was estimated at 7.6×10^7 cm²/mol for the sample of dilution (Kr/SF₆) 5000.

Key Words: He-Ne laser, Interferometry, Rare gas matrix, Thickness, Sulfur hexafluoride, Infrared spectrum, Absorption coefficient

1. はじめに

注目する分子を、主として希ガスなどの不活性分子で取り囲み、低温で凝固させたものをマトリクス試料といい、注目分子をゲスト分子、その周囲を取り囲む分子をホスト分子と呼ぶ。

各種化合物の赤外吸光係数は、常温の大気圧下であつかえる気体や液体、あるいは固体の試料では文献値も多いが、マトリクス試料については測定例がほとんどない。その理由は、マトリクス試料が真空雰囲気中の低温でのみ存在可能で、試料の厚さ測定が容易でないためである。

マトリクス試料は、分子の構造解析に必要なスペクトル情報を得るために分光学分野で考案されたもので、注目分子の回転が抑えられ、励起準位での分布数も少ないためホットバンドの影響が小さく、吸収ピークが非常に鋭くなる。このような特徴に加えて、試料が空間的に固定されていて長時間同じ状態を保つことができるのでレーザー光を照射しやすい、選択的励起の効果が顕著になる、などレーザー誘起反応の効果を調べるのに適しており、このようなマトリクス試料を標的とするレーザー同位体分離の研究も行われている¹⁻⁴⁾。マトリクス試料に関す

*京都大学工学研究科エネルギー応用工学専攻(〒606-01 京都市左京区吉田本町)

**現職: 動力炉・核燃料開発事業団東海事業所核燃料技術開発部新型濃縮技術開発室(〒319-11 茨城県那珂郡東海村)

*Department of Energy Science and Engineering, Kyoto University (Yoshida, Sakyo-ku, Kyoto 606-01)

**Present address: Enrichment Technology Development Section, Nuclear Fuel Development Division, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation (Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-11)

るレーザー照射効果を調べるには、マトリクス中の注目分子の吸光係数が欠かせない。本報では、He-Neレーザーを用いた干渉法による厚さ測定を主に、マトリクス試料の形成過程観察や、その結果を使って得られたマトリクス試料の吸光係数について述べる。

2. マトリクス試料の厚さ測定

マトリクス試料の厚さを求めるには2つの方法がある。1つは、吸収スペクトルの基線に現れる干渉縞を利用するもの(以下、干渉縞法)であり、もう1つの方法は、レーザー光を照射して、現れるニュートンリングの数をかぞえる方法(以下、ニュートンリング法)である。どちらも原理的には光の干渉を利用するものであるが、前者は照射する光の波長を走査して干渉縞を得るのに対し、後者は波長は一定で、試料厚さが変化することによる干渉を観測する点が異なっている。

2.1 マトリクス試料の作成

マトリクス試料を作成し、厚さと赤外吸収スペクトルを測定する装置の概略をFig. 1に示す。試料室は同位体比測定用の質量分析室に接続されており、排気には分析室用の油拡散ポンプ(2.4 m³/s)を流用している。

1000倍のKr中にSF₆を分散させたマトリクス試料(稀釈度1000)を作るには、まず、気体試料調製用のマニフォールドにおいてSF₆を1000倍のKrで薄めた混合気体を作り、低温(この場合は30 K)に冷やした試料保持板(以下、試料板)Sを、ノズルNの軸が試料板の中心を通るようにノズルに正対させ、ノズルより混合気体を試料板上に吹き付ける。ノズル口から試料板までの距離は3.5 cmである。

試料板はGeの結晶で、He循環型冷凍機(イワタニプラントック社製、ミニD型)で冷やされた銅ブロックにフランジで固定されており、フランジの開口径は20 mmである。したがって、マトリクス試料は、直径が20 mmの円筒の底部に形成されることになる。

Fig. 1 Experimental setup for measuring thickness of matrix samples. L, He-Ne laser beam; W, Window; Q, Quadrupole; I, Ionizing chamber; S, Ge substrate; N, Nozzle; IR, Infrared spectrophotometer; A, Mass analyser.

吹き付けに使用する部分のマニフォールドの容積は333.5 cm³で、吹き付け試料量(mol)は、この容積と混合気体の温度および圧力減少とから定まる。スペクトルはPerkin-Elmer 621型赤外分光光度計(Fig. 1のIR)を用い、試料板を分光軸に正対させて、分解能1 cm⁻¹で測定した。ホスト分子としては主にKrを、また、参考としてXeを用いた。

2.2 干渉縞による方法

フィルムのような均質な試料の赤外吸収スペクトルには、基線に干渉縞が現れる。試料を垂直にそのまま透過する光と試料内面で2回反射された後に透過する光とが干渉する。厚さ $d(\text{cm})$ は

$$d = \frac{1}{2n\Delta\nu} \quad (1)$$

で与えられる。ただし、 n は物質の屈折率、 $\Delta\nu$ は干渉縞の1周期分の波数(cm⁻¹)である。

Fig. 2に、SF₆を1000倍のKrで稀釈し、その 3.15×10^{-4} mol(a)および 5.25×10^{-4} mol(b)を30 KのGe試料板上に吹き付けて凝固させたマトリクス試料の赤外吸収スペクトルを示す。この試料について、30 KでのKrの屈折率を

Fig. 2 Infrared spectra of SF_6 diluted with 1000 times of Kr. Sample amounts are (a) 3.15×10^{-4} mol and (b) 5.25×10^{-4} mol.

$1.375^{5)}$ として(1)式から求めた試料厚さはそれぞれ、 4.13×10^{-4} cm(a)および 6.78×10^{-4} cm(b)であった。

この方法は赤外吸収スペクトルの測定と同時に厚さも求められるという利点があるが、試料厚さがほぼ均一であることを要し、また、数 μm 程度の薄い試料については精度が悪いという欠点がある。例えば、屈折率1.5の物質の場合、 $2 \mu\text{m}$ (2×10^{-4} cm)の厚さに対する $\Delta\nu$ は 1667 cm^{-1} となり、赤外分光光度計の走査する範囲 ($4000 \sim 200 \text{ cm}^{-1}$) には2つの干渉縞が現れるに過ぎない。

2.3 ニュートンリング法

本研究では、マトリクス厚さを求めるのに、He-Neレーザー光LをFig. 1の窓Wより2本の四重極分析管Qのイオン化室Iの間隙を通して照射しながら、低温の試料板S上に原料気体を吹き付けて凝固させ、現れるニュートンリングの数をかぞえる方法を試みた。測定原理をFig. 3に示す。

波長 $0.6328 \mu\text{m}$ のHe-Neレーザー光は、試料板の有効な全面 (20 mm^{ϕ}) が照射されるように、ビームエキスパンダーで直径 20 mm 以上の平行光線に広げられ、試料表面に 45° の入射角で照射される。検出は反射される方向、すなわち、入射角と 90° の方向で行う。入射光 I_0 の一部はマトリクスの表面Oで反射されて I_1 となる。入射光の残りはマトリクス内に入り、マトリクスの裏面Pで反射された後表面Bから出てきて I_2 となる。2本の光 I_1 と I_2 との光路差 L は、真空、

Fig. 3 Concept of measuring the thickness of a matrix by He-Ne laser interferometry.

マトリクスおよび試料板の屈折率をそれぞれ n_1 , n_2 および n_3 とすると、スネルの法則⁶⁾

$$n_1 \sin \phi_1 = n_2 \sin \phi_2 \quad (2)$$

ただし、 ϕ_1 および ϕ_2 は界面の法線に対する入射光および屈折光の傾き、を用いて、

$$\begin{aligned} L &= n_2(OP + PB) - n_1OA \\ &= \frac{2dn_2}{\cos \phi_2} - 2dn_1 \tan \phi_2 \sin \phi_1 \\ &= 2dn_2 \cos \phi_2 = 2d \sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 \phi_2} \end{aligned} \quad (3)$$

で与えられ、 $n_1 = 1$, $\phi_1 = 45^\circ$ の場合には

$$L = 2\sqrt{2}d \sqrt{n_2^2 - 1} \quad (4)$$

となる。本実験の場合、 $n_1 < n_2 < n_3$ であるから反射面での位相の変化はなく、 $L = m\lambda$ のとこ

ろで明るくなり、 $L=(m-1/2)\lambda$ のところで暗くなる。ただし m は、試料厚さが0の場合を0とし、以下、明線が現れる本数を1,2,3,...とかがえることにする。したがって、マトリクスの厚さ d は

$$d = \frac{m\lambda}{\sqrt{2(n_2^2-1)}} \quad (5)$$

で与えられ、 $\lambda=6.238\times 10^{-5}$ cmを、また、 n_2 に30 KでのKrの値1.375⁵⁾を代入すると、Krマトリクスの厚さを与える具体的な式は

$$d=2.683\times 10^{-5}m \text{ (cm)} \quad (6)$$

あるいは、実際上は暗線の方が数えやすいので、暗線の数を m' とすると

$$d=1.342\times 10^{-5}(2m'-1) \text{ (cm)} \quad (6')$$

となる。

3. 実験結果と考察

3.1 マトリクス試料の生成過程

混合気体を吹き付けながら、試料板に45°の角度で入射されたHe-Neレーザーの反射光の強度変化を観測すると、はじめ全面が明るかった試料板の中心部分に暗点が現れ、それが次第に広がると中心部分が明るくなり、明るい部分が広がって再び中心部分が暗くなる、というように干渉縞(暗線)が現れては周辺へ広がって行く。

中心部分に現れる暗線の本数を時間に対してプロットすると、たとえばFig. 4のようにほぼ直線となる。吹き付け量は圧力減少値で予め与えるので、吹き付け終了時に試料板の中心部が丁度明暗どちらかの干渉条件を満たすような厚さになっているとは限らない。すなわち、一般に式(6')の生成ニュートンリング数 m' が整数ではなく、小数になる。また、暗線が最も顕著になった時刻を測定するのは実際上むづかしく、そのずれが本数の誤差になる。干渉縞の本数と時間の関係を表す直線は、原理的にFig. 4の縦軸の0.5を通るはずであるから、この関係を用

Fig. 4 Number of Newton rings (dark rings) appearing during sample preparation as a function of time.

いて、測定時間のずれによる本数の補正をした上で、吹き付け終了時(13.25 min)の中心部の干渉状態を求めることができる。Fig. 4に示した、吹き付けた原料気体の量が 3.15×10^{-4} mol (15 Torr, 3.33 kPa $\times$ 333.5 cm³, 20 °C)の場合、最小二乗フィッティングで求めた直線による吹き付け終了時の本数は15.40本、また、縦軸の切片は0.39本であるから、中心部分に現れたニュートンリング暗線の実際の本数は、 $15.40+(0.5-0.39)=15.51$ 本となる。

マトリクス試料の生成過程で現れるニュートンリングの模様の変化を、Fig. 5に示す。この図から分かるように、マトリクスに現れるニュートンリングは同心円状の模様になる。マトリクスの生成状況から厚さは中心部分が最大であり、リング半径が大きくなるにしたがって厚さは減少する。

生成マトリクスの最大厚さは、式(6')を用いて 4.03×10^{-4} cmとなった。この厚さを、Fig. 1の干渉縞法で求めた 4.13×10^{-4} cmと比較すると、干渉縞法で得た値は、マトリクスの中心部分の厚さ、すなわち、最大厚さにほぼ等しい。これは、赤外分光光度計の試料室で、試料が分光光束の丁度焦点に位置していることを意味する。したがって、マトリクス試料の中心が分光ビームの焦点にある場合は、干渉縞法で得られた厚さは試料の最大値であると考えてよい。

試料の中心厚さが吹き付け量に対してどのように変化して行くかを調べると、Fig. 6のよう

Fig. 5 Change in the Newton rings pattern during sample preparation. Injecting times of a sample are (a) 0 min, (b) 8 min, (c) 15 min, and (d) 23 min.

Fig. 6 Change in the maximum thickness of a matrix with the sample amount.

になった。マトリクスを中心厚さは吹き付け量に対して直線的に増加しており、その値 d_0 (cm)を与える実験式は、吹き付け量を p (Torr)として、ホスト分子がKrの場合、

$$d_0 = (0.266p + 0.062) \times 10^{-4} \quad (7)$$

また、ホスト分子がXeの場合は

$$d_0 = (0.358p + 0.143) \times 10^{-4} \quad (8)$$

となる。

3.2 マトリクス生成過程の断面形状変化

原料気体を吹き付けながら、現れるニュートンリングの模様の変化から断面形状の変化を求めると、Fig. 7のようになった。図には、マトリクス表面の断面形状を式

$$d = d_0 - ar^c \quad (9)$$

で表した場合の曲線の次数 c も、あわせて示しておいた。

次数 c は、試料の厚さが増すにしたがって増加する傾向があり、マトリクスの最大厚さ d_0 と

Fig. 7 Change in the cross-sectional shape of a matrix during sample preparation with the power of the fitting equation as a parameter.

Fig. 8 Change in the power c in the fitting equation (9) with the maximum thickness d_0 of matrices.

の関係はFig. 8のようになる。原料気体の吹き付け速度が各実験で異なるため、実験値の分布に幅があるが、仮に直線で近似できるとして、最小二乗法で次数 c と最大厚さ d_0 (cm)との関係を求めてみると、

$$c = 9.51 \times 10^2 d_0 + 0.596 \quad (10)$$

となった。したがって、最大厚さが $4.25 \mu\text{m}$ の

時に丁度マトリクスの表面形状は円錐状になる。それよりも薄い場合は $c < 1$ で、表面形状は外に向かって凹なラッパをふせたような形になり、 d_0 が $4.25 \mu\text{m}$ より大きくなると $c > 1$ で、外に向かって凸な釣り鐘型になることが分かる。

表面形状が外に凹になるか凸になるかは、ノズルから到達した分子が、試料板上で半径方向に拡散する距離が小さいか大きいかにによる。この拡散距離は、吹き付け速度が大きいほど気体分子の並進運動エネルギーが大きいので大きくなり、試料板の温度が低い程短くなる。また、ノズルから飛来した分子が試料板上に物理吸着すると、運動エネルギーが放出されてその付近の温度は上昇する。吹き付けの初期では試料板が十分冷えており、気体分子は試料板上の到達点からあまり遠くへ移動しないで吸着される。ノズルから噴出する気体の角度分布はノズル軸上に大きく、したがって、試料板中心部分の堆積が顕著になり、断面形状は外に凹な形状になる。吹き付けが進むと、試料板上での吸着熱の除去に比較して飛来分子の運動エネルギー放出量が多い場合には試料板中心付近の温度が上昇し、分子が吸着されるまでに拡散する距離が長くなる。したがって、中心部よりは周辺部での吸着が顕著になり、マトリクスの断面形状は外に凸な形状になると考えられる。マトリクスの断面形状は、全体的な傾向として、吹き付け速度が早い場合には釣り鐘型になり、逆に、遅い場合は中心部分のとがったラッパ形になる。

吹き付け速度が早い場合に注意しなければならないのは、ゲスト分子とホスト分子とでは吸着温度に差があることで、一般にホスト分子の方が蒸気圧が高くて吸着しにくい。この場合、試料板上での拡散距離の違いからマトリクス内のゲスト分子とホスト分子の分布に相違が生じたり、稀釈度そのものが予め予定した値からずれてしまうことがある。このような難点を克服するためには、試料板の温度をできるだけ低く保ち、吹き付け速度を遅くすることが必要である。この場合、マトリクスの断面形状をできるだけ一様にするには、ノズル位置あるいは角度

を2次的に可動にし、試料板上を走査しながら吹き付けるようにするのがよいと思われる。

このように、ニュートンリング法は干涉縞法に比較して、厚さ以外にマトリクスの断面形状をも与えてくれる点が優れている。また、使用するプローブ光の波長を選ぶことにより、薄いマトリクスの厚さ測定に対応できるのも利点である。

3.3 マトリクス試料の吸光係数

3.3.1 赤外吸収スペクトル

Krマトリクス内 SF_6 の ν_3 モードの吸収スペクトルをFig. 9に示す。935.8 cm^{-1} にあるピークが $^{32}\text{SF}_6$ の、また、917.3 cm^{-1} が $^{34}\text{SF}_6$ の吸収によるものである。2つのピークの間にある幅の広いピークは、両ピークのサイドバンドの重なりと、 $^{32}\text{SF}_6$ の2量体など多量体の吸収ピークと思われる。

同様にXeマトリクスによる SF_6 の ν_3 モードの吸収スペクトルをFig. 10に示す。931.8 cm^{-1} および913.5 cm^{-1} にあるピークが、それぞれ $^{32}\text{SF}_6$ および $^{34}\text{SF}_6$ の吸収によるものである。サイドバンドなどの吸収も現れているが、Krマトリクスの場合ほど顕著ではない。稀釈度

Fig. 9 Infrared spectra of SF_6 in Kr matrices.

Fig. 10 Infrared spectra of SF_6 in Xe matrices.

Fig. 11 Changes in the full width at half height of absorption peaks with dilution (Rare gas/ SF_6).

500倍のスペクトルでは $^{32}\text{SF}_6$ の吸収ピークが2本に分かれている。

Fig. 9とFig. 10とから、稀釈度が高いほど吸収ピークが鋭くなることが分かる。吸収ピーク半値幅の稀釈度による変化をFig. 11に示す。Xeマトリクスの方がKrマトリクスより全体的に半値幅が小さいが、その差は稀釈度が増すにしたがって減少する。また、ホスト分子がXeの場合は稀釈度が2000倍で半値幅の減少が飽和しているのに対し、Krの場合は稀釈度が10000倍になっても緩やかに減少を続け、飽和には至

らない。

3.3.2 吸光係数

吸光係数 α は, n を SF_6 のモル密度 (mol/cm^3), d をマトリクスの厚さ (cm), I/I_0 を吸収ピークの赤外光透過率とすると,

$$\alpha = \frac{1}{nd} \log_e \frac{I_0}{I} \quad (11)$$

で与えられる。吸光度 (absorbance: ABS) 測定した吸収ピークの高さは $\log_{10}(I_0/I)$ であるから, (11) 式は

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{2.3026}{nd} \log_{10} \frac{I_0}{I} \\ &= \frac{2.3026}{nd} (\text{ABS}) \end{aligned} \quad (12)$$

となる。 n については, 希ガス固体のモル密度を N , $^{32}\text{SF}_6$ の同位体存在比を ξ , 稀釈度を D として,

$$n = \frac{N\xi}{D+1} \quad (13)$$

で近似する。30 K では, Kr 固体については $N = 3.64 \times 10^{-2} \text{ mol}/\text{cm}^3$ であり, また, Xe 固体については, $N = 2.86 \times 10^{-2} \text{ mol}/\text{cm}^3$ である⁶⁾。

マトリクス内 SF_6 の吸光係数の稀釈度による変化を Fig. 12 に示す。吸光係数の値は, ホスト

分子が Xe の場合の方が Kr の場合よりも全体的に大きい, 稀釈度が増加するにつれて, やがてほとんど同じ値に飽和する。ただし, 飽和する稀釈度は Xe の方が Kr よりも低い。

ホスト分子が Kr の場合, 吸光係数 α (cm^2/mol) が飽和に達するまでの稀釈度依存性は

$$\alpha = (3.28 \log_{10} D - 4.56) \times 10^7 \quad (14)$$

となる。吸光係数の飽和値は $7.56 \times 10^7 \text{ cm}^2/\text{mol}$ であり, この値に達する稀釈度は 4960 倍である。同じく Xe の場合は, 吸光係数の稀釈度依存性は

$$\alpha = (3.12 \log_{10} D - 3.25) \times 10^7 \quad (15)$$

で表され, 吸光係数の飽和値は $7.82 \times 10^7 \text{ cm}^2/\text{mol}$ で, その時の稀釈度は 3530 倍となった。

ホスト分子に Xe を用いた方が Kr の場合よりも低い稀釈度で飽和に達する理由は, モル密度が Kr 固体よりも Xe 固体の方が小さいため⁶⁾, より低い稀釈度で SF_6 分子間の距離を大きくすることができ, 相互作用の影響を軽減させることと, Xe の方が Kr よりも融点が高く⁶⁾, 同じ温度でも Xe 分子の動きが小さく, ゲスト分子をより強固に固定化するためと考えられる。吸光係数の飽和値が Xe マトリクスの方が大きいのも, このような Xe 分子の動きにくさの故であろう。

4. まとめ

マトリクスの厚さを測定する2つの方法, 干渉縞法とニュートンリング法とを比べると, 前者では, 分光用の光が当たっている試料部分の平均的な値しか求められないのに対し, 後者では試料が形成される途中も含めて, 時々刻々の全体の断面形状を知ることができる。ただし, マトリクス試料の中心が赤外分光光度計の分光ビームの焦点に位置する場合は, 干渉縞法で得られた厚さの値は, ほぼ試料厚さの最大値に等しい。

マトリクスの断面形状は, 同じ試料量でも原料気体の吹き付け速度によって大きく変化する

Fig. 12 Changes in the absorption coefficient of SF_6 in matrices with dilution (Rare gas/ SF_6).

る。試料板が十分冷えている試料形成の初期では、外に凹なラッパ形になり、原料気体分子の吸着熱が十分除去されない条件では、外に凸な釣り鐘形になる。吹き付け速度が早い場合は、ゲスト分子とホスト分子の蒸気圧の差によって、全体的な稀釈度の変化や半径方向に混合比率の不均一が生じることに注意しなければならない。マトリクス試料の断面形状を平坦にするには、遅い吹き付け速度で、試料板上の吹き付け位置を2次的に走査するのがよいと思われる。

ホスト分子が30 KのKrあるいはXeの場合、ゲスト分子がホスト分子によって十分孤立化された状態になるのは、稀釈度がそれぞれ5000倍あるいは4000倍であることが分かった。

参考文献

- 1) R. V. Ambartsumyan, Y. A. Gorokhov, A. A. Puretsky and N. P. Furzikov: Zh. Pis'ma Red., 24 (1976) 284 [JETP Lett., 24 (1976) 1566].
- 2) B. Davis, M. Poliakov, K. P. Smith and J. J. Turner: Chem. Phys. Lett., 58 (1978) 28.
- 3) L. H. Jones, S. Ekberg and L. B. Asprey: J. Chem. Phys., 70 (1979) 1566.
- 4) K. Wada, M. Aratani, O. Takahashi, K. Norisawa, S. Yabushita and Y. Ino: Proc. Int. Symp. Isotope Separation and Chemical Exchange Uranium Enrichment, Tokyo, Japan, Oct. 29 - Nov. 1, 1990, p.257.
- 5) M. L. Klein and J. A. Venable: Rare Gas Solids, Vol. 2 (Academic Press, 1976) p.1032.
- 6) 吉永 弘編：応用分光学ハンドブック (朝倉書店, 昭和48年) p. 162.

レーザーワード

マトリクス試料(matrix sample)

分光用試料の一種で、注目分子(ゲスト分子)を希ガスなどの不活性分子(ホスト分子)で200倍から10000倍に稀釈し、低温の透明な試料板上に吹き付けて凝固させたものをいう。このようにゲスト分子をホスト分子の氷の中に分散・固定させる試料作製法をマトリクス隔離法(matrix isolation method)と呼ぶ。マトリクス試料は、気体や液体あるいは固体の各種試料に比べてゲスト分子の回転が抑えられ、ホットバンド(励起状態からの吸収)が小さく、また、ゲスト分子間の相互作用が弱められて非常に鋭い分子振動スペクトルが測定できるので、赤外分光の分野でよく用いられる。アルゴンで希釈して、10K程度の温度で凝固させる例が一般的であるが、吸収ピーク位置は低波数側に約1%シフトし、ホスト分子が重いほどそのシフト量は大きい。マトリクス試料中でレーザー化学反応を起こさせると生成分子やラジカルがそのまま保存されるので反応素過程の追跡にも用いられ、また、マトリクス試料を標的とするレーザー同位体分離の研究も行われている。(和田 一洋)

光干渉法(optical interferometry)

光の波としての性質を使って物質の状態や形状を調べる方法の総称。光は振幅、位相、偏光などの情報を有しており、一つの光源から分かれた二つの光を再び重ねた場合、その位置で位相がそろえば波の山と山が重なって振幅が大きくなり(光の強度が強くなり)、位相が半波長分ずれると波の山と谷が重なって光の強度は弱まるというように互いに干渉し合う。光の速度は屈折率に反比例し、位相は光路長によって決まるので、二つの光が重なったところでの位相のずれは、それぞれの光路の長さや透過した物質の屈折率に関する情報を含むことになる。したがって、寸法の微小な相違(厚さ計、長さ計)、表面形状の再現(ホログラフィー)、表面曲率(ニュートンリング)、気体の圧力変化(圧力によって屈折率が変わる)、偏光度に関する物性などが測定でき、レーザージャイロ、重力波の検出などへの応用も試みられている。レーザー光は自然光に比べて位相がそろっているため、このような測定が高い精度で可能となる。(和田 一洋)