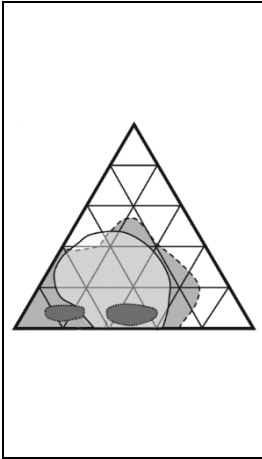


赤外透過ガラス材料の新展開

京都工芸繊維大学 材料化学系
角野広平



1. はじめに

近年、社会におけるセキュリティー、セイフティーに対する意識の高まりと共に、産業部門だけではなく、一般の市民生活においても赤外線カメラなどの赤外線を用いた光学機器への関心が大きくなっている。それにとまって、赤外線光学機器においては、レンズなど光学部品の材料として、赤外透過ガラスが多く用いられるようになってきた¹⁻⁵⁾。

現在知られている実用的な赤外透過ガラス材料について、ガラスを構成する成分の観点から分類し、光学的な性質の概略をまとめると表1のようになる⁶⁻⁸⁾。

表1 赤外透過ガラス材料の分類と吸収端波長、フォノンエネルギー、屈折率のだいたいの目安

ガラス系	代表的なガラス (例)	短波長側 吸収端 (nm)	フォノン エネルギー (cm ⁻¹)	長波長側 吸収端 (μm)	屈折率
重金属酸化物ガラス	GeO ₂ -Bi ₂ O ₃ TeO ₂ -ZnO	~400	700 - 800	≤ 7	2 - 2.5
フッ化物ガラス	ZrF ₄ -AlF ₃ -BaF ₂ -NaF	< 400	500 - 650	7 - 9	~1.5
カルコゲン化物ガラス	Ge-As-Se	600 - 2000	300 - 500	≥ 11	2 - 3.5

これらのガラス材料（ガラスに限らず一般的に絶縁体または誘電体）の光透過波長帯域は、その物質を構成する成分によって、概ね以下のようにして決定される。すなわち、短波長側の吸収は、その物質のバンド構造における価電子帯から伝導帯への電子遷移に帰属される。そのため、短波長側透過限界波長は、価電子帯の上端と伝導帯の下端のエネルギー差により決定される。一方、長波長側の吸収は、ガラスを構成するイオン間の結合の振動励起に帰される。イオン間の結合の振動数 ν は、振動を単振動で近似すれば、次式のように書かれる。

$$\nu = (1/2\pi)\sqrt{k/\mu}$$

ここで、 k 、 μ はそれぞれ結合の力の定数、結合を形成するイオンの換算質量である。長波長側吸収端は、いくつかの振動モードが重なった多フォノン吸収の振動数により規定されるが、個々のモードの振動数が小さいほど、すなわち、結合の力の定数（結合力） k が小さいほど、また、結合を形成するイオンの質量 μ が大きいくほど、振動数は小さくなり、従って、透過限界波長は長波長となる。

通常、可視域や紫外域で用いられる光学ガラスはSiO₂やB₂O₃などを主成分とした酸化物ガラスであるが、SiやBをより原子量大きいGe, Ga, Te（重金属元素）などに置き換えることによって質量 μ が大きくなり、イオン間の結合の振動数 ν は小さくなるため、透過限界波長は長波長側にシフトする。また、酸素をフッ素に置き換える、すなわち、酸化物をフッ化物に置き換えることによって、透過限