

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |                                                                                                                   |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 論題(和文)            | 石英系ガラスの赤外吸収特性                                                                                                     |
| Title(English)    |                                                                                                                   |
| 著者(和文)            | 柴田典義, 柴田修一, 堀口正治, 伊澤達夫, 小山内                                                                                       |
| Authors(English)  | Noriyoshi Shibata, SHUICHI SHIBATA, Masaharu Horiguchi, tatsuo izawa                                              |
| 出典(和文)            | 電子通信学会, Vol. , 820, pp. 4-124                                                                                     |
| Citation(English) | , Vol. , 820, pp. 4-124                                                                                           |
| 発行日 / Pub. date   | 1977,                                                                                                             |
| URL               | <a href="http://search.ieice.org/">http://search.ieice.org/</a>                                                   |
| 権利情報 / Copyright  | 本著作物の著作権は電子情報通信学会に帰属します。<br>Copyright (c) 1977 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers. |

## 石英系ガラスの赤外吸収特性

柴田典義 柴田修一 堀口正治 伊沢達夫  
(日本電信電話公社 茨城電気通信研究所)

小山内裕  
(藤信電線株式会社)

1. まえがき 光ファイバの損失は最近では  $1.0 \sim 1.6 \mu\text{m}$  付近で  $1 \text{ dB/km}$  以下のものが報告されている。この低損失領域がどのような要因で求められるかは光伝送システムを検討する際重要である。この報告は従来あまり報告されていない長波長領域について、石英ガラス及び  $\text{Ge}$ ,  $\text{B}$ ,  $\text{P}$  をドープした石英ガラスの赤外吸収特性を測定して検討したものである。

2. 実験 厚さ  $25 \mu\text{m} \sim 10 \text{ cm}$  の石英ガラス (Suprasil), 気相バルヌイ法で作製したドーパントを含むガラスルツボ合成ガラス, 及び気相バルヌイ法で作製したガラスすそを  $\text{KBr}$  に混入してペレット状にした試料について、赤外分光光度計で  $0.6 \sim 25 \mu\text{m}$  の波長範囲で透過率を測定した。

3. 石英ガラスの赤外吸収特性 石英ガラスは  $\text{SiO}_2$  分子の基準振動による吸収が  $9 \mu\text{m}$ ,  $12.5 \mu\text{m}$ ,  $21 \mu\text{m}$  に存在し、 $6.2 \mu\text{m}$ ,  $5.4 \mu\text{m}$ ,  $5.0 \mu\text{m}$  等の多くの吸収帯は基準振動の結合振動・高調波振動に相当するものと考えられる。予想される振動の組合せを表に示す。図の A に石英ガラスの  $3 \sim 25 \mu\text{m}$  での測定結果を示す。この傾向を短波長側に外挿すると、 $1 \text{ dB/km}$  を切る波長は  $1.85 \mu\text{m}$  であり光ファイバの低損失の窓は  $2 \mu\text{m}$  より長波長には存在しない。図の C は現在得られている低損失ファイバの特性であり、石英ガラスの限界に近いことがわかる。

4. ドーパントによる影響 ファイバガラスは  $\text{SiO}_2$  の他に  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{GeO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  等が含まれている。これらの分子が存在すると、これらの分子の振動による吸収、これらの分子と  $\text{SiO}_2$  の bond の振動による吸収帯が現われ、 $\text{SiO}_2$  の吸収ピークもシフトすることが観測される。特に  $\text{B}_2\text{O}_3$  は特徴的な特性を示す。図の B に  $\text{B}_2\text{O}_3$  を 5% 含む石英ガラスの吸収特性を示す。この場合赤外吸収の立ち上がりは短波長にシフトする。d は  $\text{B}_2\text{O}_3$  を 2% 含むコアガラスのファイバ特性で、その立ち上がりはシフトしている。 $\text{GeO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  については各々 30% 程度まで含む石英ガラスについて測定したが、 $6 \mu\text{m}$  以下の短波長での吸収特性には石英ガラスとの顕著な差は見られなかった。

5. まとめ 光ファイバの赤外損失特性は石英の分子振動の結合振動・高調波振動による吸収に起因し、 $2 \mu\text{m}$  以上では吸収損失は非常に大きくなる。またこの吸収特性はドーパントによって変化し、特に  $\text{B}_2\text{O}_3$  は大きな影響を与える。

## 〔文献〕

- (1) 伊沢他：52年信学大会 発表予定
- (2) Bonelli: *Phys. Chem. Glasses* **10**, 43 (1969)
- (3) Tenney et al.: *J. Chem. Phys.* **55**, 3516 (1972)
- (4) Wong: *J. Non-Crystalline Solids* **20**, 83 (1976)

表. 赤外吸収帯と分子振動の対応

|                    |                                                        |
|--------------------|--------------------------------------------------------|
| 21.3 $\mu\text{m}$ | $\nu_4$ (Si-O-Siの変角振動)                                 |
| 12.5               | $\nu_1$ (Si-O-Siの対称伸縮振動)                               |
| 9.1                | $\nu_3$ (Si-O-Siの非対称伸縮振動)                              |
| 6.2                | $2\nu_1, \nu_3+\nu_4, 3\nu_2+\nu_1$                    |
| 5.3                | $\nu_1+\nu_3, 2\nu_1+\nu_2, 4\nu_4, \nu_2+\nu_3+\nu_4$ |
| 5.1                | $3\nu_2+\nu_3, \nu_1+\nu_2+2\nu_4$                     |
| 4.5                | $2\nu_3, \nu_1+\nu_2+\nu_3, 3\nu_4+\nu_1$              |
| 4.2                | $3\nu_1, \nu_1+\nu_3+\nu_4, 2\nu_1+\nu_2+\nu_4$        |
| 3.8                | $\nu_4+2\nu_3, 2\nu_1+2\nu_4, \nu_1+\nu_2+\nu_3+\nu_4$ |
| 3.2                | $4\nu_1, 2\nu_3+2\nu_4, 2\nu_1+\nu_3+\nu_4$            |
| 3.0                | $3\nu_3, \nu_1+\nu_2+2\nu_3$                           |
| 15.4               | $\nu_4$ (B-O-Siの変角振動)                                  |
| 11.1               | $\nu_3$ (B-O-Siの非対称伸縮振動)                               |
| 7.4                | $\nu_3$ (B-O-Bの非対称伸縮振動)                                |
| 4.1                | $\nu_3+\nu_3$                                          |
| 3.7                | $2\nu_3$                                               |
| 3.15               | $2\nu_3+\nu_4$                                         |

