

りん酸塩ガラスを使用した光学部品

五鈴精工硝子株式会社

栄西 俊彦

The Optional Component which used Phosphate Glass

Toshihiko Einishi

ISUZU GLASS Co.,LTD

表 1

1. 緒言

リン酸塩ガラスはその特異な光学的性質から光学部品に使用され、五鈴精工硝子(株)も多くの製品を製造販売してきた。(一例を表1に示す)

近年、超精密測定装置や超精密加工装置の発展に相俟って、研究者は、市場の要求に応えるべく情報通信、画像処理、医療などの新規デバイスの実用化に向けて、リン酸塩ガラスを基板として現在から次世代に向けて、鋭意研究開発を進めている。本稿ではリン酸塩ガラスが光学部品に多用される理由を概説し、熱線吸収ガラスとしての開発を紹介する。

参考：五鈴精工硝子(株)のリン酸塩ガラス製品の一例

ガラス名	フィルター使用目的	成分	着色イオン	溶融雰囲気	化学的耐水性 (日本光学ガラス工業会規格粉末法)
ISK 3 7 0	熱線吸収フィルタ 熱線吸収コンデンサー レンズ	P ₂ O ₅ Al ₂ O ₃ RO	Fe ²⁺	強還元	1 級
ISK 1 6 7	熱線吸収フィルタ YAG レーザカット フィルタ	P ₂ O ₅ Al ₂ O ₃ RO	Fe ²⁺	強還元	1 級
IEC 5 7 8	CCD 視感度補正 フィルタ	P ₂ O ₅ Al ₂ O ₃ R ₂ O RO	Cu ²⁺	酸化	1 級

RO ; アルカリ土類酸化物

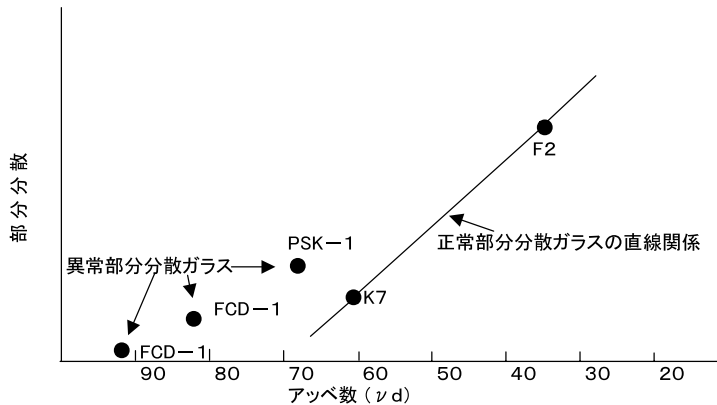
R₂O ; アルカリ酸化物

これ等の研究開発の詳細状況は諸先生方の学会発表、講演会、諸出版物で科学的に詳細説明がされているので参考にされたい。

2. リン酸 (P₂O₅) を形成酸化物とした主な光学ガラス

リン酸塩ガラスが光学部品に多用されるのはその他のガラスにはない、特異な特性を示す

図1 正常部分分散ガラスと異常部分分散ガラスの関係図



硝子種	n_d	ν_d	参考資料
K7	1.51112	60.41	ショット社カタログより
F2	1.62004	36.37	ショット社カタログより
FCD-10	1.45650	90.27	HOYA社カタログより
FCD-1	1.49700	81.61	HOYA社カタログより
PSK-1	1.51728	69.6	オハラ社カタログより

めである。

①低屈折，低分散光学ガラス。

P^{5+} の陽イオン電場が強く O^{2-} イオンの分極性が小さいためにできているガラス。

更に、ケイ酸やフッ化物との共用で光学恒数の領域を広げている。

②異常部分分散ガラス

ガラスの屈折率と分散率を座標にすると通常はほぼ一直線にプロットされるが、この関係が一直線からずれているのが異常部分分散ガラスである。リン酸塩系のガラスでは紫外線に異常性が大きく表れるのを利用した異常部分分散ガラスが作られている。(図1参照)

③アサーマルガラス

一般的にガラスは局所的な加熱によってガラス内部に温度勾配が生じて、光路長が変動して結像性が悪くなる。アサーマルとはこのようなガラス内部の光路長の温度係数を無くしたものである。リン酸塩ガラスでは分極率の温度変化が小さい性質が利用されている。

④ファラデー回転ガラス

磁石に反応して偏光を回転させることのできるバルデ定数の大きいガラスのうち常磁性ガラスの作製にリン酸塩ガラスが用いられている。

⑤レーザガラス

光エネルギーによりレーザ光を発振，増幅させるには誘導放出係数の大きいことが有利である。ケイ酸塩ガラスよりも誘導放出係数が大きいリン酸塩ガラスが主として用いられる。

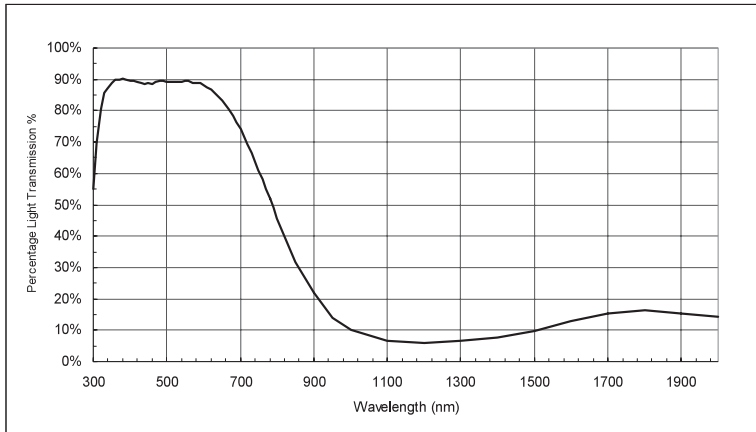
⑥光学フィルター

リン酸塩ガラスは紫外線領域や赤外線領域に特徴的な透過，吸収を有している事があるので，その特性を利用して，熱線吸収ガラスや紫外・赤外を透過して可視域を吸収するガラス，紫外線を透過するガラスなどがフィルターとして適用されている。(図2参照)

3. リン酸塩系熱線吸収ガラスとソーダライム系熱線吸収ガラスの用途

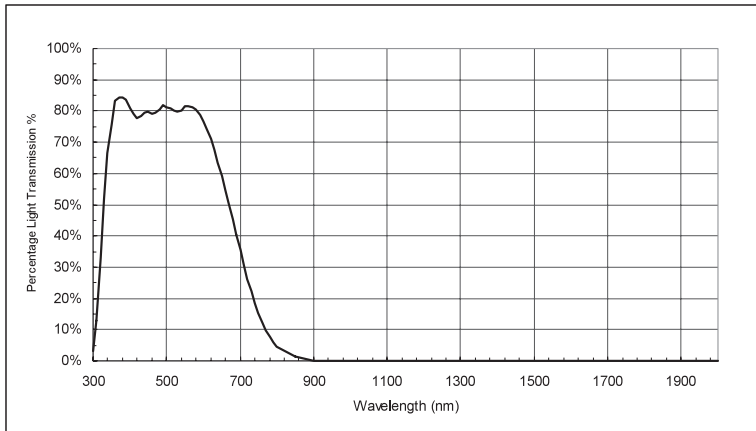
ソーダライム系の熱線吸収ガラスは窓ガラスを始めとした主に建材用で，太陽光により部屋の温度が上昇するのを防ぐ事が主目的である。

ISK370



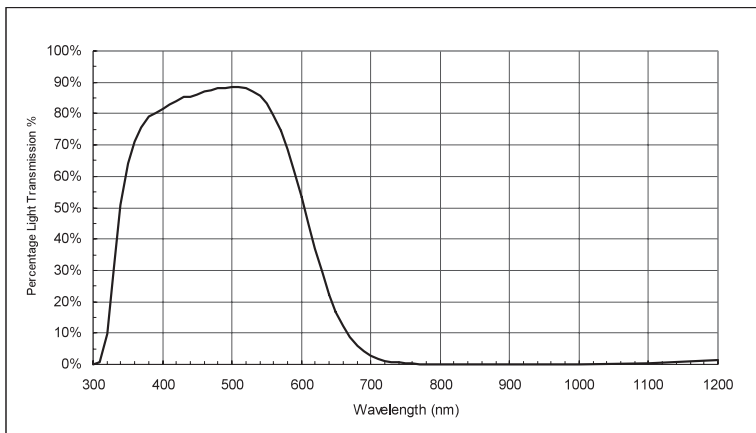
t = 3.0

ISK167



t = 3.0

IEC578



t = 1.0

図2 リン酸塩ガラスフィルターの透過率 (全て五鈴精工硝子(株)製)

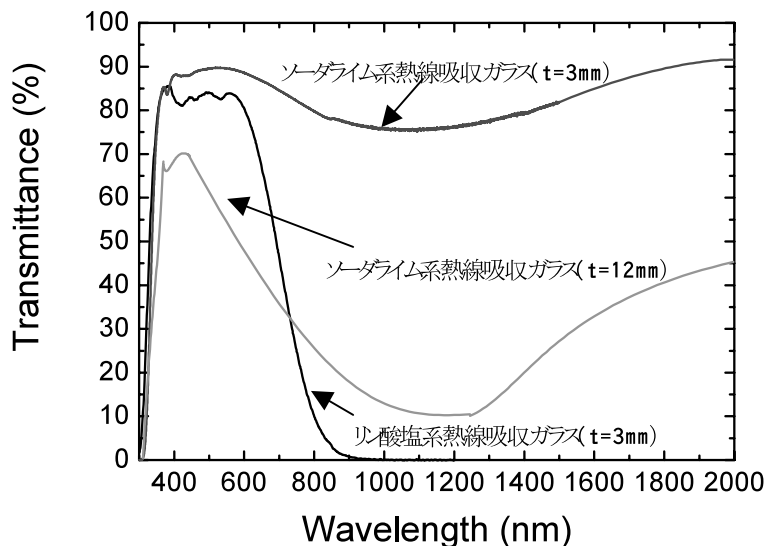


図3 リン酸塩系とソーダライム系の熱線吸収ガラスの透過率曲線

リン酸塩系熱線吸収ガラスは強い光源を必要とする光学機器や医療機器などに搭載され、その光源から発生する熱をカットすると共に可視光波長は出来るだけ透過して光源の明るさを損わない特性が利用されている。

リン酸塩系とソーダライム系における熱線吸収ガラスの透過率曲線を図3. に示す

図3の比較からリン酸塩系にすることで、可視透過率を損なうことなく同じ厚さであれば、リン酸塩ガラスが赤外域で大きな吸収率が得られる事が確認できる。

4. リン酸塩系熱線吸収ガラス

リン酸塩系熱線吸収ガラスは可視波長域で高透過率を有すると共に、1000 nm から2000 nm までの波長を有効にカットできるが、それはリン酸塩系にすれば強い還元雰囲気の下で Fe^{2+} イオンは Fe^{3+} イオンに対して濃度比率を高く保持出来るためで、例えば3 mm厚さのフィルターは1064 nmでO.D.(光学密度= $\text{Log } 1/T$ {透過率}) 5以上のものが得られる。

本ガラスの主たる用途の一つとしてスライドプロジェクターのフィルム焼け防止用フィルターがあったが、この10数年前から液晶プロジ

ェクターを始めとした新しいディスプレイの発展と共に使用数は少なくなっている。

新たな用途として、測量機器用のフィルターがある。リン酸塩熱線吸収ガラスはYAGレーザーを使用する場合に反射してきたレーザーから測距者の目を保護するのに適したフィルター材としてリン酸塩系熱線吸収ガラスがある。

YAGレーザーの主波長1064 nmに対してリン酸塩系熱線吸収は高い吸光係数を有するためである。

5. リン酸塩系熱線吸収ガラスの強化

本ガラスフィルターは熱を吸収する機能を持つ事の特徴とする反面、高温度になる事があるので、過熱を防ぐために装置には冷却ファンを装備している。また、装置使用後は光源ランプがOFFになりガラスフィルターは急激な温度下降の場面にさらされることになり、場合によっては割れる事もある。

この熱割れを防ぐためには耐熱性を向上する必要があるが、その方法として風冷強化を施す場合が多くある。

また、風冷強化によりガラス結合が伸びた状態で固化されるため透過率に変化が得る事を考

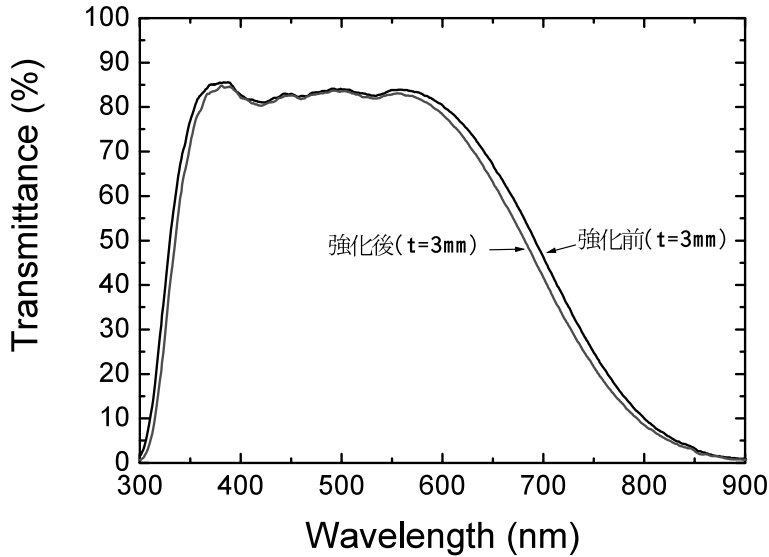


図4 熱線吸収ガラスの強化前後の透過率曲線

慮して使用する必要がある。図4に風冷強化の前後の透過率曲線を示す。

この図から紫外線波長は長波長側にシフトして近赤外波長は短波長にシフトしている。これはガラスの屈伏点で冷却固化されるため結合が伸びた状態で置かれることによる。

6. リン酸塩熱線吸収ガラスの製造

リン酸塩熱線吸収ガラスの主原料は液体リン酸 (H_3PO_4) を使用するが、攪拌しながら各粉末原料を投入し、その後乾燥、焼成、粉碎したものを溶融原料とする。

ガラス成分および組成は P_2O_5 65 wt%~75 wt%、 Al_2O_3 5 wt%~15 wt%、 B_2O_3 5 wt%~10 wt%、RO(アルカリ土類酸化物) 5 wt%~15 wt%及び Fe_2O_3 1 wt%~10 wt%の範囲で構成されている。この範囲の組み合わせから溶解性、失透性などを評価した中で製品となるガラス組成の決定は化学的耐久性を重視した内容である。又、数種類の Fe^{2+} イオン濃度を持つガラス素材が製造され、フィルターの用途にしたがった透過率と厚さを可能とする。

溶融は原料バッチ溶解、清澄、攪拌均質化の3工程であり、それぞれガラス化、泡きり、脈

理消失をしているが熱線吸収ガラスの製造で特に問題になるのは泡きりにある。

熱線吸収ガラスは強い還元力を保ちつつ溶融成形されるが、原料中の水分とガス成分及び強い還元ガスの存在から常に過飽和ガス状態でガラスにするため、泡として残る場合が多くある。

泡きりは溶融装置と原料や還元剤の選択、原料溶解スケジュール、清澄、攪拌などの相関条件から溶融ガラスに溶存しているガス濃度を適正に調整することで達成される。これによって目的とする透過率特性を有した、泡、脈理のない均質なガラスが得られる。

7. 結語

リン酸塩ガラスはケイ酸ガラスや鉛ガラスと比較すると、マイナーな存在であったが、デジタルカメラや携帯用カメラ用視感度補正フィルターのようにリン酸塩ガラス市場の拡大が展開されている。また、特異な光学的性能を付加できることから、種々の次世代光学装置や電子機器の部品として改めて検討されるようになってきた。

製造するには原料バッチの調整から溶融まで

には多くのノウハウがあり、安定した品質を出すのには多くの努力が必要とするが、その見返りとして付加価値の高いガラスが得られる期待が多くなる。今後はリン酸塩ガラスの製造技術と大学や公的研究機関の研究を融合させて、新製品の開発と光学ガラス市場の発展に寄与したい。

参考文献

- 1) WOLDEMAR A. WEYL
PUBLISHED BY SOCIETY OF GLASS TECH-

NOLOGY

「COLOURED GLASSES」

- 2) 作花 済夫 発行者 内田老鶴圃「ガラス科学の基礎と応用」
- 3) 泉谷 徹朗 発行者 共立出版 「光学ガラス」
- 4) ニューガラスハンドブック編集委員会編 発行者 丸善 株式会社
「ニューガラスハンドブック」
- 5) 編集者 小川 博司 小川 晋永 発行者 鈴木 哲夫
発行所 社団法人 日本硝子製品工業会
- 6) 堀 省一郎 発行者 化学工業社 「リン酸塩の化学と利用」