

■キーワード

赤外線カメラ 赤外透過 硫化物ガラス カルコゲン化合物ガラス 型押し成形

大気窓をカバーし型押し成形も可能
ヒ素・セレン・ゲルマニウムフリー赤外透過ガラス

■研究の概要

社会における安全・セキュリティ意識が高まっており、加えて、センサー素子が高性能化、小型化してきたことから、近年、赤外線を用いた光学機器が、さまざまな場面で用いられようとしています(図1)。夜間での自動車走行の安全性を高めるためのナイトビジョンカメラの小型化、低廉化や、更には、個々の携帯端末などにも搭載可能な赤外線カメラなどの研究開発も活発に行われています。

こういった赤外光学機器に使われるレンズなどの材料としては、これまでゲルマニウム結晶が用いられてきました。しかし、ゲルマニウムは高価な上、硬いので加工に手間がかかりコスト高の要因となってきました。

そこで登場してきたのが赤外透過ガラスです。ガラス材料は大量生産が可能で、型押し成形(図2)で複雑な形状のレンズにも簡単に加工できるため低コスト化が見込まれます。しかし、現在実用化されている赤外透過ガラスは、主にヒ素やセレン、ゲルマニウムを主成分としています。

これに対して、私たちは、新たにヒ素、セレン、ゲルマニウムを全く含まない組成で赤外透過ガラスの作製に成功しました。

このガラスは、赤外線カメラなどのレンズとして要求される波長約13μmまでの赤外線、いわゆる「大気窓」に対してもほぼ透明です。また、熱的安定性にも優れており、型押し成形も可能です。さらに、ヒ素やセレンを全く含まないため、製造工程や廃棄の際に、これらを含む材料に対して必要とされる特別な措置は要求されません。また、高価なゲルマニウムも含まないので、原材料費の低コスト化も期待されます。

車載用ナイトビジョンカメラ

赤外線カメラ搭載ドローン



図1. さまざまな場面で用いられる赤外線カメラ

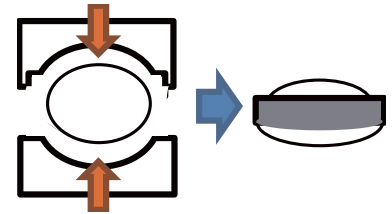


図2. ガラス材料の型押し成型

■研究・技術のプロセス/研究事例

図3に開発したガラスの外観を、また、図4に典型的な可視赤外透過スペクトルを示します。図4から、開発したガラスの赤外透過範囲は、「大気窓」をほぼカバーしていることが分かります。更に、組成を工夫することによって、可視域もわずかながら透過するガラスも作製可能です。

表1に基礎的な物性を示します。結晶化とガラス転移の温度差が200K以上あるガラスが作製可能です。ガラスを型押し成形するとき、ガラス転移温度以上で行われるため、結晶化とガラス転移の温度差が大きいほど型押し成形しやすいとされています。200K以上の温度差は、型押し成形が十分に可能であることを示しています。

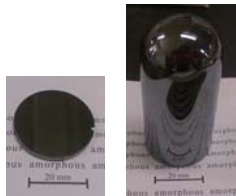


図3. 開発した赤外透過ガラスの外観

表1. 開発した赤外透過ガラスの基礎的な性質

	T_g (°C)	T_c (K)	ΔT (K)	密度 (g/cm ³)	屈折率 @ 1544 nm
開発したAs, Se, Geフリーガラス	248	462	214	3.66	2.23
従来のGe-S系ガラス	260	-	> 200	4.13	2.74
従来のGe-S系ガラス	363	525	162	3.14	2.21

T_g : ガラス転移温度, T_c : 結晶化温度
 $\Delta T = T_c - T_g$: 熱的安定性(型押し成形性の目安)

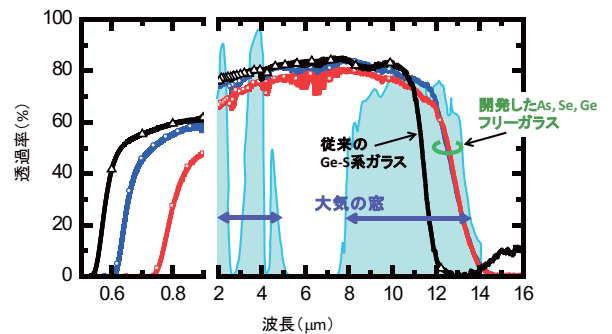


図4. 開発した赤外透過ガラスの代表的な可視赤外透過スペクトルおよび物性

■セールスポイント

ヒ素やセレン、ゲルマニウムを含みません。
型押し成形が可能です。
十分な赤外透過性を有し、組成によっては、可視光も一部透過します。



特許情報

名称 モールド成形に適した赤外透過ガラス

公開番号 WO 2016/159289 A1 (2016/10/06 公開)

■キーワード

ドシメータ ラジオフォトルミネッセンス 線量計 蛍光ガラス 賦活剤

放射線線量計用蛍光ガラス

顕著なラジオフォトルミネッセンスを示す材料

■研究の概要

放射線の線量計測には大きく分けて、その場で強度を測定するサーベイメータと、後からどれだけ放射線にさらされたかを測定するドシメータがあります。放射線作業従事者が使用する個人線量計(ガラスバッジ)は、ドシメータの一つで、多くの場合、さらされた放射線量(積算線量)に応じた蛍光を発する材料が用いられています。

X線などの放射線にさらされると蛍光が誘起される現象の一つに「ラジオフォトルミネッセンス(以下RPLと略す)」と呼ばれる現象があります。蛍光の強度が照射された放射線の積算線量に比例するので、放射線の線量計として用いることができます(図1)。現在、RPL現象にもとづく個人線量計で主に用いられている材料は、銀活性リン酸塩ガラスと呼ばれるガラスです。

このガラスは、広い範囲で積算線量と蛍光強度が比例関係にあり、高感度で、繰り返し使用可能であることから多く用いられています。しかし、リン酸塩ガラスを母体としているため、耐水性などの課題が指摘されてきました。これに対して、私たちは新たにRPL現象を示すガラスを見出しました。

このガラスは、リン酸塩を用いていないため、耐候性、耐水性は全く問題ありません。また、高価な銀を含まないので、原材料費の低コスト化も期待されます。さらにガラスであるため、大面積で均質な材料を作製することが可能です。従って、線量計用ガラスとして、個人線量計はもとより、最先端高度放射線医療等の分野での応用も期待されます。また、耐候性に優れているため、環境計測などにも利用可能です。

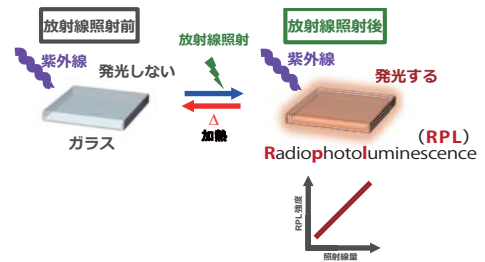


図1. ラジオフォトルミネッセンス(RPL)現象。顕著なRPL現象を発現する物質として、Ag活性リン酸塩ガラスがよく知られている。

■研究・技術のプロセス/研究事例

図2に、開発したガラスにおいてX線を照射してRPLが誘起されている様子を示します。写真でも明らかなように、賦活剤を含まないガラスは、紫外線を照射しても全く蛍光は見られませんが、賦活剤を含むガラスでは、X線が照射された部分が明るく発光していることがわかります。図3に、 γ 線照射線量に対するRPL強度の関係を示します。広い照射線量範囲で比例性が確認できます。誘起された発光は、室温でももちろん、ガラスを150°Cで6時間熱処理しても全く強度は変化しません。しかし、500°Cで2時間熱処理すると、発光は消失し、ガラスはもとの状態(X線照射前)にもどることが確認できました。このガラスに再びX線を照射するとRPLが発現することも確認しています。図4に開発したガラスを95°Cの熱水に浸漬した時の変化を示します。Agドープリン酸塩ガラスでは表面が白濁するのに対して、本開発ガラスはわずかな白濁しか見られず耐水性が高いことがわかります。

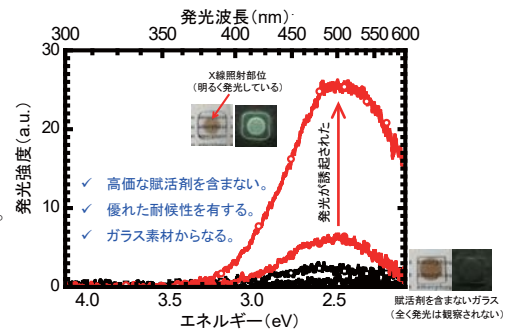


図2. 新規RPL現象を発現するガラス

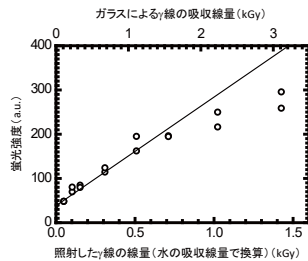


図3. 開発した放射線線量計用蛍光ガラスにおける γ 線照射強度と誘起された蛍光(RPL)強度との関係

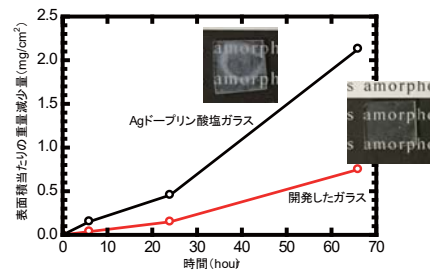


図4. 開発したガラスとAgドープリン酸塩ガラスとの耐水性の比較。ガラス試料(約10×10×1 mm³)を95°Cの熱水に浸漬したときの単位表面積当たりの重量減少量。写真は66時間浸漬後に取り出した時の様子。

■セールスポイント

耐候性、耐水性に優れています。
高価な銀や希土類元素を含みません。
ガラスの素材としての特徴(均質性、成形加工性、大型化が容易)を備えています。



名称 蛍光ガラス線量計用ガラス及びそれを備えた蛍光ガラス線量計
公開番号 特願 2017-212128 (共願人：国立大学法人京都大学)