

平成 21 年 4 月 7 日現在

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2006～2009

課題番号：18360366

研究課題名 (和文) 鉄鋼スラグからアサーマルガラスへ

研究課題名 (英文) From steelmaking slag to athermal glass

研究代表者

須佐 匡裕 (SUSA MASAHIRO)

東京工業大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号 90187691

研究分野：工学

科研費の分科・細目：材料工学・金属生産工学

キーワード：アサーマルガラス, シリケートガラス, 屈折率, 線膨張係数, 光路長, 温度依存性

1. 研究計画の概要

本研究は、次世代の光通信において必須の材料であるアサーマルガラスの設計のための指導原理を提示することを最終目標としている。アサーマルガラスとは、光路長に温度依存性がないガラスのことである。ここで、光路長(S)の温度依存は $(dS/dT)/L = n\alpha + dn/dT$ (n は屈折率, α は線膨張係数, T は温度, L は試料長)と表せる。したがって、ある物質の dS/dT の値を知るためには、その物質の屈折率と線膨張係数を広い温度範囲で測定する必要があり、本研究の大部分は、これらの値を測定することに当てられることとなる。

2. 研究の進捗状況

SiO_2 をベース材にし、添加成分としてネットワークモディファイアーであるアルカリ酸化物、アルカリ土類酸化物、また、 SiO_2 と同じネットワークフォーマーである B_2O_3 、 TiO_2 などをとりあげ、これらのシリケートの屈折率と線膨張係数を測定し、添加成分の dS/dT の値への影響を調査している。

研究の第一段階においては、 $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 系、 $\text{CaO}-\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 系、 $\text{CaO}-\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 系を対象とし、これらの屈折率および線膨張係数を 573 K の温度範囲で温度の関数として測定した。屈折率の測定は以前に当研究室で開発した高温用エリプソメータにより行った。線膨張係数の測定は、今回が初めての試みであり、その測定法の開発から始め、高温レーザ顕微鏡の位置検知機能を用いて測定することとした。

測定した系の屈折率は、いずれも SiO_2 の値よりも大きくなったが、 dn/dT の値は Na_2O の添加により減少することが分かった。一方、線膨張係数はいずれの場合も SiO_2 の値よりも大きくなった。

これらの結果より、 dS/dT の値は SiO_2 の値 ($1.3 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$) よりも大きくなり、用いた試料はいずれもアサーマル化に逆行することが分かった。

第二段階では、 $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 系をベース材とし、添加成分として B_2O_3 および TiO_2 を取り上げることとした。また、線膨張係数の決定は、精度の点から、密度の温度依存性から行うこととし、密度の測定は、静滴法を用いて行っている。 $\text{Na}_2\text{O}-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$ 系のいくつかの組成について屈折率と密度を測定し、 dn/dT の値を評価している。

3. 現在までの達成度

③やや遅れている。

以上の調査を通して、それぞれの添加成分がシリケートの屈折率、線膨張係数および光路長に与える影響を明らかにしてきた。 dn/dT の値は Na_2O の添加により小さくでき、アサーマル化には適していることが分かった。しかしながら、線膨張係数の値は、どのような物質であれ添加により大きくなってしまふ。結果として、 dS/dT の値は SiO_2 の値より小さくならず、現在のところアサーマルガラスとして有望なガラス組成を得るに至っていない。

4. 今後の研究の推進方策

これまでの研究結果より、 SiO_2 は、現存のガラスの中で最も小さい dS/dT 値を示す物質であると考えられる。しかしながら、その融点は 1700°C 以上と高い。多元系化することは、その融点を下げるので、生産効率上のメリットは大きい。 SiO_2 と同程度の、あるいはそれにできるだけ近い dS/dT 値を示すガラス組成を見出すべく、 $\text{Na}_2\text{O}-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$ 系および $\text{Na}_2\text{O}-\text{TiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$

系についての調査をさらに行う。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔学会発表〕(計 3 件)

①清水 台一, 遠藤理恵, 小林能直, 須佐匡裕, TiO₂ 含有シリケートガラスの屈折率および線膨張係数の測定, 日本鉄鋼協会第 157 回春季講演大会, 2009 年 3 月 30 日 (東京工業大学)

②清水台一, 遠藤理恵, 小林能直, 須佐匡裕, 多元系シリケートガラスの屈折率および線膨張係数の測定, 日本鉄鋼協会第 156 回秋季講演大会, 2008 年 9 月 23 日 (熊本大学)

③遠藤理恵, 宮下 重和, 須佐匡裕, アルカリ・アルカリ土類シリケートガラスの屈折率および線膨張係数の測定, 日本鉄鋼協会第 154 回秋季講演大会 2007 年 9 月 19 日 (岐阜大学)