

Title	スラグ成分を含む多成分系ガラスからの微細孔材料創製を目指したガラス分相現象の解析
Author(s)	鈴木, 賢紀
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/57491
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	すずき まさのり 鈴木賢紀
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 23815 号
学位授与年月日	平成22年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科マテリアル生産科学専攻
学位論文名	スラグ成分を含む多成分系ガラスからの微細孔材料創製を目指したガラス分相現象の解析
論文審査委員	(主査) 教授 田中 敏宏 (副査) 教授 山下 弘巳 教授 森 博太郎

論文内容の要旨

本論文では金属精錬やごみ溶融処理から発生するスラグの再資源化を目指し、スラグの成分を含む多成分系ガラスにおける分相現象の解析ならびに同現象を利用した微細孔材料の作製に関する研究を行った。本論文は以下に示す7章により構成される。

第1章では本研究の背景ならびに目的について述べた。

第2章では、 SiO_2 基酸化物のガラスを過冷却状態の液相とみなし、分相を生じる組成・温度域の熱力学的手法に基づく推算の可能性ならびにスピノーダル分相組織の観察手法について検討した。その結果、 SiO_2 の活量を計算することによって SiO_2 基多成分系酸化物のガラスにおける分相域を予測できることを明らかにした。

第3章では、 SiO_2 基多成分系酸化物に対して予測した分相域について、広い組成範囲で熱処理した試料の微細組織を透過型電子顕微鏡で観察することによってガラスにおける分相組織の形成を確認した。その結果、 SiO_2 基酸化物については既存の熱力学データを利用した熱力学計算からガラスにおける分相域を多成分系に対しても予測できることがわかった。

第4章では分相を利用した微細孔材料の作製に適したガラス組成について検討を行った。その結果、スピノーダル分解の形成を予測した SiO_2 基酸化物のガラス組成から SiO_2 濃度の30mol%を酸溶液への溶解度が大きい $\text{BO}_{1.5}$ に置換することによって、 B_2O_3 を含む多成分系ガラスにおいてもスピノーダル分解が生じるガラス組成を設計できることがわかった。さらに、分相によって生じた2つのガラス相のうち B_2O_3 が濃縮された相を酸溶液へ溶出させることによって微細孔ガラスを作製することができた。ただし、 B_2O_3 を含む多成分系ガラス組成に対して既存の熱力学関数を用いた計算からは分相の可能性は見出されず、実験結果とは一致しないことが明らかとなった。

第5章では、 B_2O_3 を含む酸化物について、4配位状態のB成分の生成を考慮に入れた新たな熱力学関数の導出を行った。この熱力学関数を用いた計算によって、 B_2O_3 基酸化物のガラスにおいても分相が生じる可能性を予測できることがわかった。

第6章では、スピノーダル分解の形成を予測した SiO_2 基ガラス組成から SiO_2 濃度の一部

を B_2O_3 と TiO_2 に置換した多成分系ガラスを作製し、光触媒作用を示すTi酸化物を含む分相ガラスならびに微細孔ガラスの作製を試みた。その結果、Ti成分を含む上述の多成分系ガラスからスピノーダル分解による分相組織が形成されることを見出した。さらに、片方の相を除去して作製した微細孔ガラスにはTi成分が光触媒作用による環境汚染物質の分解に対して好適である4配位状態で存在することを明らかにした。

第7章では以上の研究から得られた結果を総括した。

論文審査の結果の要旨

本研究では、金属精錬プロセスやごみ溶融処理プロセスから発生するスラグを含む副生物の再資源化のために、スラグからの高付加価値材の創製を目指して、スラグ成分を含む多成分系ガラスにおける分相現象の解析ならびに同現象を利用した微細孔材料の作製に関する基礎的検討を行っている。本論文はこれらの成果をまとめたもので、得られた結果は以下の通りである。

(1) SiO_2 基酸化物系ガラスを過冷却状態の液相とみなし、分相を生じる組成・温度域について、熱力学的手法に基づく推算の可能性、ならびに透過型電子顕微鏡を用いたスピノーダル分相組織の観察手法について検討を行っている。その結果、 SiO_2 の活量を計算することによって SiO_2 基多成分系酸化物ガラスにおける分相域を精度よく予測できること、ならびに微細組織の観察手法の妥当性を明らかにしている。

(2) SiO_2 基多成分系酸化物に対して予測した分相域について、広い組成範囲を対象として熱処理した試料の微細組織を透過型電子顕微鏡を用いて観察することによって、熱力学計算による分相生成組成域に対する予測と観察結果が一致することを明らかにしている。さらに分相微細組織の大きさに及ぼすCaOならびにMgO濃度の影響を明らかにしている。

(3) 分相を利用した微細孔材料の作製に適した SiO_2 基酸化物系ガラス組成について検討を行っている。その結果、微細孔材の作製には B_2O_3 の添加が必要であることを明らかにし、スピノーダル分解の形成を予測した SiO_2 基酸化物のガラス組成から SiO_2 濃度の30mol%を $BO_{1.5}$ に置換することによって、 B_2O_3 を含む多成分系ガラスにおいてもスピノーダル分解が生じるガラス組成を設計できることを示している。さらに、分相によって生じた2つのガラス相のうち B_2O_3 が濃縮された相を酸溶液へ溶出させることによって微細孔ガラスを作製することに成功している。

(4) B_2O_3 を含む SiO_2 基多成分系ガラスにおいて分相が生じる組成域について、既存の熱力学関数を用いた計算と実験結果との不一致を指摘し、既存の熱力学関数の問題点を明らかにしている。さらに、 B_2O_3 を含む酸化物系について、4配位状態のB成分の生成を考慮に入れた新たな熱力学関数の導出を行い、同熱力学関数を用いた計算によって、 B_2O_3 基酸化物のガラスにおいても分相が生じる可能性を予測できることを見出している。

(5) スピノーダル分解の形成を予測した SiO_2 基ガラス組成から SiO_2 濃度の一部を B_2O_3 と TiO_2 に置換した多成分系ガラスを作製し、光触媒作用を示すTi酸化物を含む分相ガラスならびに微細孔ガラスの作製を試みている。その結果、Ti成分を含む上述の多成分系ガラスからスピノーダル分解による分相組織が形成されることを見出している。さらに、片方の相を除去して作製した微細孔ガラスにはTi成分が光触媒作用による環境汚染物質の分解に対して好適である4配位状態で分散して存在することを明らかにしている。

以上のように、本論文はスラグ成分を含む多成分系ガラスにおける分相現象の解析ならびに同現象を利用した微細孔材料の作製に関わる基礎物性について新たな知見を多数含んでおり、材料工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。