T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	鉛の特殊性に着目した機能性酸化物の研究
Title(English)	
著者(和文)	西村 浩輔
Author(English)	Kousuke Nishimura
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9410号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:東　正樹,吉本　護,舟窪　浩,中村　一隆,笹川　崇男
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9410号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第　　号		学位申請者氏名		西村浩輔	
		氏　名	職　名		氏　名	職　名
論文審査 審査員	主査	東　正樹	教授	審査員	笹川　崇男	准教授
	審査員	吉本　護	教授			
		舟窪　浩	教授			
		中村　一隆	准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「鉛の特殊性に着目した機能性酸化物の研究」と題して書かれ、全 6 章から構成されている。

第 1 章「序論」では、鉛の特殊性についての既知事実から始まり、鉛を含む機能性酸化物について説明している。特に、電子デバイスとして注目される圧電体、強磁性強誘電体、抵抗体、ガラスフリットについて、鉛の果たす役割と未解明の事項について概説している。

第 2 章「実験手法」では、本研究の第 3 章と第 4 章において用いた装置および測定法について説明している。高圧合成法の装置および手法、放射光 X 線回折と結晶構造解析、磁化率や電気抵抗率の測定について示している。

第 3 章「Pb_2FeReO_6 - 鉛による強誘電性と Fe/Re 規則配列によるフェリ磁性の共有の試み」では、マルチフェロイクスの新規物質合成を目指して、ダブルペロブスカイト構造を利用した設計を試みた事を述べている。Pb^{2+}が持つ $6s^2$ 孤立電子対を利用して強誘電性を、Fe と Re の秩序配列を利用してフェリ磁性の発現を期待し、高圧合成によってダブルペロブスカイト構造の Pb_2FeReO_6 を合成している。リートベルト解析では、Pb サイトを z 軸方向に分割する事でフィッティングが向上し、Pb^{2+}の効果が活性であると考えられる事、期待に反して強誘電体とはならなかったが、420K で転移するフェリ磁性の発現には成功した事、合成条件によって飽和磁化の大きさが変わり、リートベルト解析との比較によって Fe と Re の秩序度合いによるものと結論づけられること、電気抵抗は半導体的振る舞いであり、5K、5T で約 2%の磁気抵抗を示すことを明らかにしている。

第 4 章「$BaVO_3$ - 非鉛圧電体合成の試みと鉛の特殊性の検証」では、15GPa の高圧合成によりペロブスカイト構造の $BaVO_3$ を合成した結果を述べている。$ATiO_3$、AVO_3 (A = Ca、Sr、Ba、Pb)の比較を、許容因子と正方晶歪み (c/a) から行ない、$BaVO_3$ が正方晶ペロブスカイト構造となる期待が持たれたが、結晶構造は空間群 $Pm\text{-}3m$ の立方晶であったこと、磁化率はパウリ常磁性を示し、電気抵抗率は温度の二乗に比例する金属的振る舞いを示すため、フェルミ流体的金属と考えられることを明らかにしている。また、$BaTiO_3$ と $PbTiO_3$ の c/a の違いに比べ、$BaVO_3$ より $PbVO_3$ が遥かに大きな c/a を示すのは、Pb^{2+}の $6s^2$ 孤立電子対の効果と VO_6 ピラミッド型配位が相乗的に発現した結果と考えられることを示している。

第 5 章「PbO 系ガラス - RuO_2 系抵抗体」では、抵抗体中の PbO 系ガラスの役割と、導電機構の解明を試みた結果を述べている。金属材料と絶縁材料を混合して印刷・焼成される厚膜抵抗器においては、RuO_2 系抵抗体が主流である。しかし、絶縁材料であるガラス中に金属材料がどのように分散するか、そのパラメーターは明らかではなかった。本論文では、熱物性として粘度と濡れ性に着目し、ガラス組成との関連性を明らかにしている。種々のガラスを用いて抵抗体を作製し、電気的特性を測定、SEM 断面観察によって分散性を確認し、分散性と電気的特性を両立するガラスは鉛ガラスのみである事を明らかにしている。抵抗値の温度依存性については、ガラスと RuO_2 の半導体的反応層が影響していると考えられてきたが、反応層を観察した例はない。本研究では、鉛ガラスを用いた RuO_2 系抵抗体についての TEM 観察の結果、10nm スケールでは反応層の生成が見られないことを明らかにし、10nm 以下でのさらに詳細な観察が必要であると結論づけている。

第 6 章「総括」では、以上の結果をまとめて総括を述べている。

以上を要するに、本論文では鉛の特殊性をキーワードに 3 つの物質系を取り上げ、新規化合物を合成すると共に機能性材料中で鉛が果たす役割を明らかにしており、理学上ならびに科学技術上貢献するところが大きい。よって、博士（理学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。