平成 23 年度 日本大学理工学部 学術講演会論文集 r 面サファイア基板上 Cr2O3/電気伝導性酸化物積層膜の作製

C-18 Preparation of electrically conductive oxide film stack Cr_2O_3 / r-plane sapphire substrate

日大理工 O宮之内 朋希¹,岩田 展幸²,山本寬²

*Tomoki Miyanouchi¹, Nobuyuki Iwata², Hirosi Yamamoto²,

Abstract : Ferromagnetic at room temperature, electrode material, a stack of thin film / Cr_2O_3 metal-effect aims to research conducted by my words. Potential material CaCrO₃, MgTiO₃, FeTiO₃, chose. CaCrO₃, MgTiO₃, FeTiO₃, powder, baking mix before the experiment, weighed, and write about it. This experiment will show the correct time of the firing temperature of the powder mixture and the appropriate time. Problems exist as a mixture of powder for each material is to find the firing temperature.

1. 背景

マルチフェロイック物質が関心を持たれる原因の一つ は、単一の物質で複数の自由度を利用できるということ が挙げられる.この特徴からは例えばメモリー素子への 応用における記録密度の増加といった可能性が期待され ている.一方、共存している複数の秩序間に強い結合が 存在している場合には、更に興味深い現象が期待されて いる.通常は、磁化、電気分極、歪みといった物理量に は、それぞれ共益な外場磁場、電場、応力が存在してお り、この外場によって強磁性体の磁化や強誘電体の電気 分極の向き等は制御される. Cr_2O_3 積層膜による室温での 巨大電気磁気効果の発現のために本実験では発現のため の電極材料の探索と評価を行う.そのため本実験では、 Cr_2O_3 と同じ結晶構造を持つメタルを得るため可能性の ある材料として CaCrO₃、MgTiO₃、LaNiO₃を選択した.

2. 目的

反強磁性体 Cr₂O₃は、光照射による磁気除去の速度は 強磁性体よりも桁違いに早いことが報告されている.反 強磁性体の磁化ダイナミクスはやや応用しにくいと考え られているが、交換バイアスや電気磁気効果等を介して マクロな物性を超高速に変調することが可能であり、超 高速スピンエレクトロニクスの可能性をさらに広げるも のと期待される.

可能性のある材料として CaCrO₃, MgTiO₃, LaNiO₃の サンプル試料を今回,粉末混合,粉末変化を XRD 測定, 仮焼,粉末変化を XRD 測定,本焼, XRD 測定,の手順 でターゲットを作製する.

3. 実験方法·条件

3.1 粉末作成 (秤量・混合)

CaCrO₃

炭酸カルシウム CaCO₃(PURITY:99.9%, Lot: 93022601、フ ルウチ化学株式会社)

酸化クロム(III) Cr₂O₃ (PURITY:99。9%, Lot:30223, フルウ チ化学株式会社)CaCO₃10. 718g、Cr₂O₃8.139gの割合で秤 量しアルミナ乳鉢、アルミナ乳棒で混合させた.

MgTiO₃

酸化マグネシウム MgO(Lot: 5551、豊島製作所)

酸化チタン TiO₂(PURITY:99.9%, Lot:901150, フルウチ化 学株式会社)

ニオブ Nb(PURITY:99.9%, Lot:6307883, フルウチ化学株 式会社)MgO4.030g、TiO₂8.086gの割合で秤量しアルミナ 乳鉢、アルミナ乳棒で混合させた. また 0.5wt%の割合で Nb をドープした.

FeTiO₃

酸化鉄 Fe₃O₄(PURITY:99.9%, Lot:H06-0706, フルウチ化 学株式会社) 酸化チタン TiO₂(PURITY:99.9%, Lot:901150, フルウチ化 学株式会社)

ニオブ Nb(PURITY:99.9%, Lot:6307883, フルウチ化学株 式会社)MgO21.05185g、TiO₂25.274gの割合で秤量しアル ミナ乳鉢、アルミナ乳棒で混合させた. また 0.5wt%の割 合で Nb をドープした.

3.2 仮焼

作製した粉末をるつぼ(アルミナ丸こう鉢 SAM-999)に 移し、電気炉を用いて仮焼を行った.温度勾配条件を Tablel に記す.その後、仮焼した粉末をメノウ乳鉢にて 1時間粉砕した.

Table 1 aneal conditions								
物質名	仮焼温度	時間	温度勾配	雰囲気				
	[°C]	[h]	[°C/min]					
CaCrO ₃	500	24	5	大気中				
MgTiO ₃	900	24	5	大気中				
FeTiO ₃	900	12	6	大気中				

3.3 XRD 測定

仮焼後の粉末を XRD 測定し、CaCrO₃、MgTiO₃、FeTiO₃ が作製されているかの確認を行った。XRD(Rigaku 社製 RAD-C)は日本大学電子線照射利用施設物理実験 B 搭の ものを使用した.

3.4 本焼

仮焼した粉末をるつぼ(アルミナ丸こう鉢 SAM-999)に 移し、仮焼後の手順と同じく本焼を行った. 温度勾配条 件を Table2 に記す.

		Table 2	aneal co		
	物質名	本焼温	時間	温度勾配	雰囲気
		度[°C]	[h]	[°C/min]	
	CaCrO ₃	1200	24	6	大気中
	MgTiO ₃	1100	24	6	大気中
3.5	XRD 測定				

3.3と同様.

4.評価方法

X線回折(X-ray diffraction: XRD)仮焼後粉末を XRD で 測定し,そのピークから目的粉末「が作製されているか の確認を行った.実験に用いた XRD(Rigaku 社製 RAD-C) は日本大学電子線照射利用施設物理実験 B 搭のものを使 用した.

5.結果

XRD 測定結果

CaCrO₃ (仮焼温度 500°C)XRD 像を fig1 に示す.





MgTiO₃(仮焼温度 900°C)の XRD 像を fig2 に示す.









fig3 XRD image of CaCrO₃ (anneal temperature is 900°C)

fig4 に MgTiO₃(本焼温度 1100℃)の XRD 像を示す.



fig3 XRD image of MgTiO₃ (anneal temperature is 1100°C)



) 二種類の物質の仮焼後の XRD 測定を行った.

fig1, 2, 3, 4より, XRD 測定を行った結果,目的と する物質のピークを確認することができたが主に材料粉 末が結合しきれず残留している状態だといえる.原因は 粉末混合時間が足りていなかった,酸素を取り入れてし まった,仮焼,本焼の時間と温度が不適正であると考え られる.粉末混合時間は1時間かけ混合したが結果より, 充分でなかったといえる.

7. 課題と解決方法

各物質適切な粉末混合時間,仮焼,本焼の温度と時間 を見つけ出す事である.

8. まとめ

本研究は Al_2O_3 , Cr_2O_3 積層膜による室温での巨大電気 磁気効果の発現から実用化にかけ、それらに用いる電極 材料の作製を目的としている。そして適切な電極材料と して $CaCrO_3$, $MgTiO_3$, $LaNiO_3$ を電極材料に選んだ。本 実験ではこの3つの物質の導電性を確かめ積層膜を作製 し評価することを目標とした。

FeTiO3 (10.0) 各物質ともまだ完全に結合するまでに至らなく,材料物 質の結晶構造が観測されたので今後は過去の論文等で調 べ,同様の条件で実験を行う.

- 9. 参考文献
- 著者 R. Ubic
- 題目 The prediction of lattice constants in orthorhombic perovskites
- 雜誌名 Vol488, 20 November 2009, Pages 374-379

.