

修士論文概要書

2011年 1月提出

CD

学籍番号 5309A020-5

専攻名(専門分野)	物理学及応用物理学	氏名	小澤 健太	指導教員	勝藤 拓郎 印
研究指導名	複雑量子物性				
研究題目	ペロブスカイト型遷移金属酸化物薄膜における新奇電界発光				

【研究背景】

ペロブスカイト型遷移金属酸化物薄膜は、巨大磁気抵抗や電場誘起抵抗変化など様々な現象を示すことから、盛んに研究が行われている。その代表的な物質である $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ 薄膜において、電場印加に伴う光学反射率変化の測定を行っていたところ、電界印加中における $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ 薄膜の発光を確認した(図 1)。本研究では、この未知の発光を系統的に調べた。

【実験】

PLD 法により SrTiO_3 基板上に $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ 薄膜($x=0.3, 0.5, 0.7$)を製膜し、幅 $100 \mu\text{m}$ 、ギャップ $200 \mu\text{m}$ の金電極を蒸着したものに電界を印加し、CCD カメラ付顕微鏡により発光を観測した。また、基板を LaAlO_3 に変えたもの、電極を ITO に変えたものでも同様の測定を行った。さらに、 $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$ 、 $\text{La}_{0.33}\text{Sr}_{0.67}\text{FeO}_3$ 、 $\text{Sr}_{0.9}\text{La}_{0.1}\text{TiO}_3$ 薄膜でも同様の測定を行い、Mn 酸化物に特有の発光であるか調べた。回折格子型分光器と液体窒素冷却 CCD を用いて、各サンプルにおける電界印加中の発光スペクトル測定も行った。

【結果と考察】

基板や電極の種類に関わらず電場印加による発光を確認した。このことから、酸化物薄膜部分から発光していることが確かめられた。図 2 に発光強度の空間分布を示す。電極付近での発光強度が高いことがわかる。電極付近は接触抵抗により高温になっていると考えられるため、発光強度は熱と相関があると考えられる。図 3 に $\text{Pr}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$ 薄膜の発光スペクトルを示す。電流量の増加とともに 1.2 eV をピークとする発光の強度がしきい値的に増大することがわかる。図 4 に $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$ 、 $\text{La}_{0.33}\text{Sr}_{0.67}\text{FeO}_3$ 、 $\text{Sr}_{0.9}\text{La}_{0.1}\text{TiO}_3$ 薄膜の発光スペクトルをまとめた。この発光現象は、各薄膜とも 1.2 eV 付近に大きなピークがあり、これは、結晶場によって分裂した 3d 軌道の e_g 軌道と t_{2g} 軌道間の遷移によるものだと推定される。また、 $\text{La}_{0.33}\text{Sr}_{0.67}\text{FeO}_3$ 、 $\text{Pr}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{MnO}_3$ 薄膜の発光スペクトルでは、高エネルギー側にも小さなピークが確認された(図 4 矢印)。これは、局所的なヤーンテラー効果により e_g 軌道が分裂したためであると考えられる。

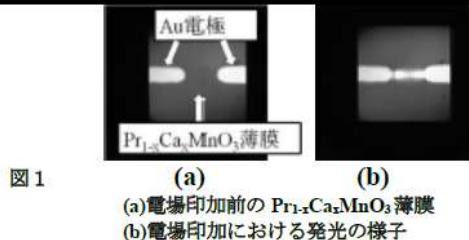


図 1

(a) 電場印加前の $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ 薄膜
(b) 電場印加における発光の様子

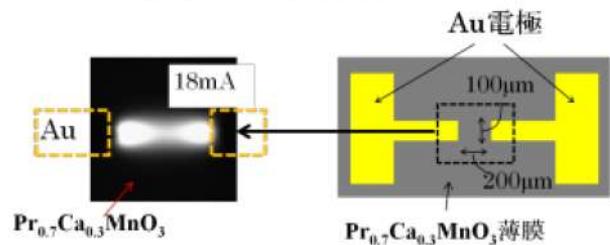


図 2 電界発光強度の空間分布

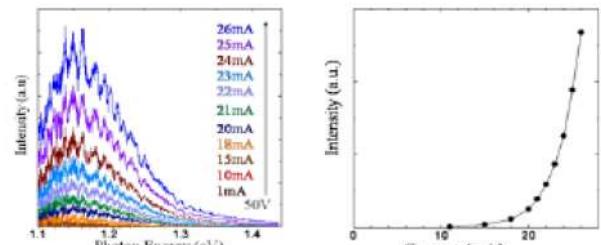


図 3 $\text{Pr}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$ の発光スペクトルと電流量による発光強度

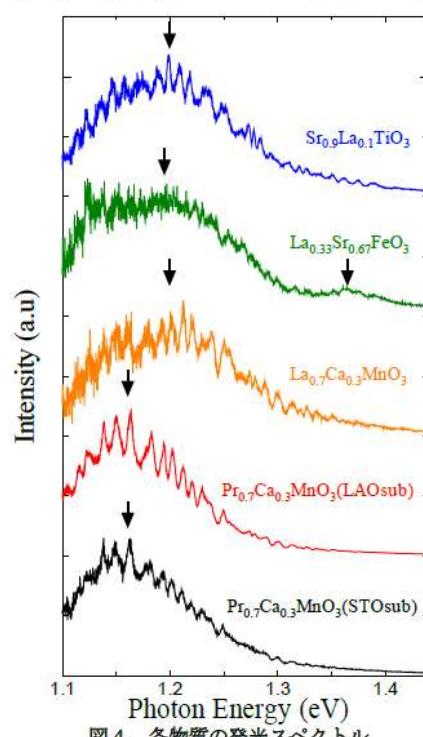


図 4 各物質の発光スペクトル