

# P1203

## コンビナトリアル手法により発見した室温透明磁石

東工大 ○村上 真・松本 祐司・福村 知昭・長谷川 哲也・川崎 雅司  
金属材料技術研究所 知京 豊裕

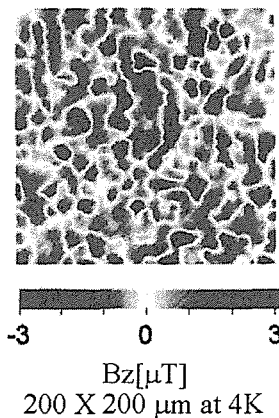
無機材コンビ研 アヘメト パールハット・中島 清美  
東工大、CREST-JST 鯉沼 秀臣

**[目的]** 二酸化チタンを始め、酸化物材料の新機能的な発見を目指した研究を進めている。現在までに、コンビナトリアルレーザー-MBE装置<sup>[1]</sup>を用いる事により、3d 遷移金属を系統的にドーブした二酸化チタン薄膜を作製し、その固溶限、光触媒活性の評価を行ってきた<sup>[2]</sup>。近年、磁性イオンを不純物としてドーブした半導体、希薄磁性半導体の磁気特性評価の研究が盛んに行われている。Cr, Mn, Fe, Co, Ni等をドーブした二酸化チタンは希薄磁性半導体でもある。今回、これらコンビナトリアルサンプルの新しい磁気特性発見の探索を目的とした。

**[実験]** 基板には二酸化チタンのアナターゼ型結晶と格子マッチングの良いLaAlO<sub>3</sub>基板を用いた。この基板の上に、Coの濃度を0~8%に系統的に振ったアナターゼエピタキシャル薄膜をコンビナトリアルレーザー-MBE装置により作製した。磁気特性評価の高速スクリーニングのために走査型SQUID顕微鏡、続いて磁化率測定(5K~400K)を行い、膜の透明性を確かめるため、紫外・可視光領域(250~800nm)において透過率測定を行った。

**[結果・考察]** XRD解析より、作製したサンプルはすべてc軸配向のエピタキシャルアナターゼ薄膜であることが確認された。また、断面TEM像の観察から、きれいな格子像が確認され、大小析出は確認されなかった。右の図は走査型SQUID顕微鏡による観察結果である。図からも明らかのように均一な磁区構造が確認された。純粋なアナターゼ膜からはこのような磁区構造は観測されず、また、Co濃度に比例して磁化が大きくなることから、Coをドーブしたことによって発見した磁区構造であることが示唆される。つづいて、磁化の磁場依存性を測定したところ、低温から400Kまでヒステリシスが観測された。また、磁化は300K以上で減少していくことが観測されたが、400Kにおいても十分磁化しており、キュリー点は400K以上である。これらの結果から、Coをドーブしたアナターゼは室温でも強磁性を示すことが確認された。また、これらのサンプルは可視光領域において透過率60%以上を示し、透明であることも確認された。今回、コンビナトリアル手法を用いたことにより、室温で透明な磁石、Ti<sub>1-x</sub>Co<sub>x</sub>O<sub>2</sub>を発見することに成功した。

[図] Co(5.8%)ドーブしたTiO<sub>2</sub>の磁区構造



[1] Yuji Matsumoto *et al.* Jpn. J. Appl. Phys. **38** L603 (1999).

[2] Y. Matsumoto *et al.* SPIE proceeding **3941** 19 (2000).

# P1204

## コンビナトリアルレーザー-MBE法によるLa<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>MnO<sub>3</sub>/La<sub>0.2</sub>Sr<sub>0.8</sub>MnO<sub>3</sub>超格子の作製と評価

東工大フロンティア ○鯉田崇、安孫子靖人、松本祐司、鯉沼秀臣  
東工大総合理工 Mikk Lippmaa、福村知昭、川崎雅司

**[目的]** 多くのMn系ペロブスカイト型酸化物(Re<sub>1-x</sub>AExMnO<sub>3</sub>)は、x=0.5付近においてMn<sup>3+</sup>とMn<sup>4+</sup>が1/1の比率で交互に[110]<sub>p</sub>方向に整列した電荷整列現象を示す。しかしLa<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>MnO<sub>3</sub>はA-site cationの平均イオン半径が大きくバンド幅が大きいため電荷整列現象は示さず、基底状態はA-typeの反強磁性金属である。我々は超格子技術を用い、人工的に結晶成長方向にMnの価数を変調させると電荷整列相が安定になるのではと考え、この方法をLa<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>MnO<sub>3</sub>に適用した。本研究では、変調方位及び積層周期を変化させた時の基底状態の変化を調べることを目的とした。

**[実験]** コンビナトリアルレーザー-MBE法により、一枚のSTO基板上に5つの異なる薄膜及び積層周期の異なる超格子を作製した。超格子の構成物質としては強磁性金属であるLa<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>MnO<sub>3</sub>(LSMO(x=0.2))と反強磁性絶縁体であるLa<sub>0.2</sub>Sr<sub>0.8</sub>MnO<sub>3</sub>(LSMO(x=0.8))薄膜を選択し、超格子における両者の積層膜厚を同じにすることにより平均組成をx=0.5とした。超格子の変調方位は基板の面方位を利用し、積層周期はRHEED振動により制御した。

**[結果・考察]** 図にSTO(100)基板上に作製された両単層膜及び3つの異なる超格子周期をもつ超格子((LSMO(x=0.2))<sub>m</sub>/LSMO(x=0.8))<sub>n</sub>; (m,n)=(1,96),(4,24),(16,6))の磁場中での温度-抵抗率曲線を示す。超格子周期の大きいm=16では挙動がx=0.2に似ており、T<sub>p</sub>近傍においてMR効果が大きく、低温では小さいのに対し、超格子周期の小さいm=1では、報告されているx=0.5薄膜の挙動に似ており、T<sub>p</sub>近傍ではMR効果が小さく低温になるほど大きくなる結果が得られた。また、m=4では両者の中間的挙動がみられた。磁気特性及び変調方位を[110]方向にした場合についても報告する。

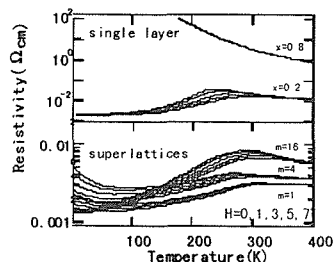


図 磁場中の温度抵抗率曲線