29p-F2-14

Pulsed Laser Deposition 法による[$BiMO_3/ABO_x$] (M=Fe, $Fe_{0.8}Mn_{0.2}$ A=La, Ca B=Fe, Mn)人工超格子の作製と評価

Fabrication and Evaluation of [$BiMO_3/ABO_x$] (M=Fe, $Fe_{0.8}Mn_{0.2}$ A=La, Ca B=Fe, Mn) Superlattices Grown by Pulsed Laser Deposition Method.

日大理工 [1], 日大文理 [2]　°渡部 雄太 [1],　土屋 善人 [1],　及川貴大 [1]
岩田 展幸 [1],　橋本 拓也 [2],　山本 寛 [1]
CST Nihon Univ.[1], CHS Nihon Univ.[2], °Yuta Watabe[1], Yoshito Tuchiya[1], Takahiro Oikawa[1]
Nobuyuki Iwata[1], Takuya Hashimoto[2], Hiroshi Yamamoto[1]
E-mail: tobe.8141@gmail.com

1.背景・目的

本研究では人工超格子構造を持つ積層膜[$BiMO_3/ABO_x$](M=Fe, $Fe_{0.8}Mn_{0.2}$ A=La, Ca B=Fe, Mn)を作製することによって、室温で強磁性・強誘電性を示し、かつ巨大電気磁気効果の発現を目指している。今回、パルスレーザー堆積(Pulsed Laser Deposition : PLD)法によって$CaMnO_3$ (CMO), $BiFeO_3$(BFO)を交互に積層させ、[CMO_n／BFO_m]$_L$ 人工超格子を作製した。

2.実験方法

$SrTiO_3$(STO)基板をアセトン、エタノールで超音波洗浄後、バッファードフッ酸(BHF, pH=5.0, 関東化学株式会社)にてエッチングしTiO_2層を終端面とした。アニールを 920°C, 6 時間行った。PLD 法にて[CMO_n／BFO_m]$_L$ 人工超格子を作製した。基板温度は 670°C、成膜雰囲気は O_2、20Pa とした。ターゲット上のエネルギー密度を 2.8 J/cm^2 として KrF エキシマレーザーを 4Hz で照射した。RHEED の反射光強度をモニタリングしながら原子層レベルの成長制御を行った。PLD 成膜では、同じセッティングであっても成膜ごとに成長速度に数%の誤差がある。そのため、安定した RHEED 振動が得られる $LaFeO_3$(LFO)の成膜速度を基準として、その他薄膜の成長速度を微調整した。超格子作製直前に LFO を 7 ユニット成長させて成膜速度を確認し、CMO,BFO に対して所望のユニット数が成長するように照射パルス数を算出して成膜を行った。[CMO_n／BFO_m]$_L$ において(n, m) = (6, 6), L=14 回繰り返し成膜した。

3.結果･考察

LFO を 7 ユニット成膜し成長速度を確認した後、[CMO_6/BFO_6]$_{14}$ を成膜した。STO(001)周辺の XRD 像を Fig.1 に示す。基板ピーク周辺に-2～+2 のサテライトピーク、その周辺に Laue 振動が明瞭に現れた。サテライトピークは[CMO_6/BFO_6]格子を 1 周期とした超構造が基板面全体に均一に成長している形成されていることを示しており、Laue 振動は薄膜全体が均一に成長していることを示している。サテライトピークの間隔及び、Laue 振動の間隔から算出した [CMO_6/BFO_6]格子の膜厚は 4.779 nm、[CMO_6/BFO_6]$_{14}$ 格子の膜厚は 67.4090 nm であることが分かった。0 次のピークから算出した平均格子定数は 0.3846 nm、NelsonReliy 関数から算出した格子定数は 0.3855nm であり、0.2%の誤差であった。また、ロッキングカーブの半値幅は 0.0736º と非常に結晶性が高いことがわかった。

低角で測定した X 線反射(XRR)測定から、CMO、BFO の膜厚はそれぞれ 2.356 nm (6.334 unit)、2.414 nm (5.930 unit)と見積もった。併せて[CMO_6/BFO_6]格子の 1 周期あたりの膜厚は 4.770 nm、平均格子定数は 0.3892nm となり、サテライトピーク間隔から見積もった値と 0 次のピークから算出した平均格子定数は約 1.2%以下の誤差で一致した。低角で測定した X 線反射(XRR)測定結果から、CMO 成膜において誤差は 5.6%、BFO は 1.2%の精度で成膜が行えた。

当日は[CMO_n／BFO_m]$_L$ 以外の人工超格子についても報告する。成膜は TWENTE 大学・IMS グループにて行った。

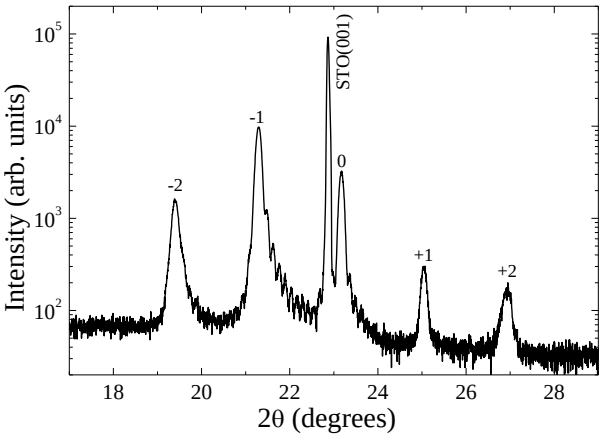

Fig.1 CMO/BFO人工超格子のXRD測定結果。サテライトピーク及びLaue振動をSTO(001)周辺に確認できた。

© 2013 年　応用物理学会