チタン酸ストロンチウム基板上への圧電性 Ta_2O_5 薄膜の成膜と評価

Evaluation of Piezoelectric Ta_2O_5 Thin Films Deposited on $SrTiO_3$ Substrates

山梨大院医工　○(M2) 菅谷 悠，垣尾 省司
Univ. of Yamanashi, ○Yu Sugaya and Shoji Kakio
E-mail: g15me014@yamanashi.ac.jp

1．はじめに： スパッタリング法により作製される X 軸配向圧電性 Ta_2O_5 薄膜は，ZnO 薄膜と同程度の圧電性を有しているが[1]，弾性表面波(SAW)の伝搬損失(*P.L.*)が大きいという問題点がある[2]．Ta_2O_5 薄膜の単結晶化により，*P.L.*の低減が期待できる．著者のグループでは，サファイア基板を用いた Ta_2O_5 薄膜のエピタキシャル成長を報告している[3]．本研究では，圧電性を有する斜方晶系 Ta_2O_5 の格子定数により近い，チタン酸ストロンチウム($SrTiO_3$: STO)基板を取り上げて，Ta_2O_5 薄膜を成膜し，その結晶性と SAW 伝搬特性を評価した．

2．Ta_2O_5 薄膜の作製： STO 基板として，(100)と(110)基板を，比較用として石英ガラス(SiO_2)基板を用いた．ロングスロースパッタカソードを有する RF マグネトロンスパッタリング装置(ULVAC MPS-2000)を用いて，各基板上に同時に Ta_2O_5 薄膜を成膜した．Ta ターゲットと基板の間隔を 100 mm とし，基板温度，Ar:O_2 ガス流量，成膜中の雰囲気ガス圧，ターゲットへの RF 電力を，それぞれ 800°C，30:10 sccm，0.75 Pa，150 W とした．まず，配向膜が成膜しにくいように，O_2 ラジカル電力を 0 W として，0.3 μm 程度の膜厚の Ta_2O_5 薄膜を成膜した．次に，その上に圧電性 Ta_2O_5 薄膜をホモ・エピタキシャル成長させるため，O_2 ラジカル電力を 150 W として，3.3 μm 程度の膜厚の Ta_2O_5 薄膜を成膜した．全膜厚 *h* は 3.6 μm であった．

3．結晶性の評価： 作製した各試料の結晶性を，XRD と極点図(2*θ*=37.0°)により評価した．Fig. 1 に示す XRD から，STO(100)試料(A)，(110)試料(B)における Ta_2O_5(200)面付近の回折強度は，SiO_2 試料(C)と比較して，それぞれ約 6 倍，約 25 倍であり，STO 基板を用いると配向性の高い Ta_2O_5 薄膜が成膜されることがわかった．Fig. 2 に示す極点図より，薄膜面内に格子配列を持たない試料(C)の円形パターンと比較すると，試料(A)，(B)では{201}に相当する極点が観測された．その対称性に注目すると，試料(A)では 4 回，(B)では 2 回対称であることから，試料(A)では互いに直交した 2 つの格子配列を有し，試料(B)では単一の格子配列を有していると考えられる．従って，STO(110)面を用いると，成長方向，面内いずれも結晶性が向上した Ta_2O_5 薄膜が得られることがわかった．

4．SAW 伝搬特性の評価： 各試料の薄膜表面上に送受すだれ状電極(IDT，波長λ=8 μm，対数 30)を作製し，SAW 伝搬特性を評価した．試料(B)，(C)における，伝搬路長 *L* が 10λと 50λの送受 IDT 間の周波数特性を Fig. 3 に示す．*h*/λ=0.45 において，各試料のレイリー型 SAW の 0 次モードの *P.L.*は，それぞれ(A)0.11，(B)0.02，(C)0.22 dB/λであり，結晶性が高い薄膜ほど小さい *P.L.*が得られた．しかし，(C)の結合係数 K^2 の測定値が 0.87 %であるのに対して，(A)と(B)の K^2 は 0.1 %程度であり，結晶性が高い反面，圧電性は小さいことがわかった．

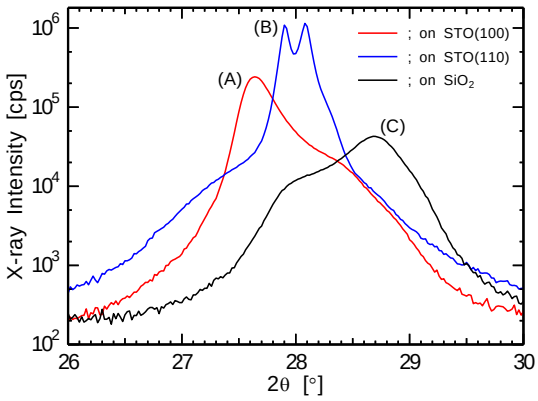
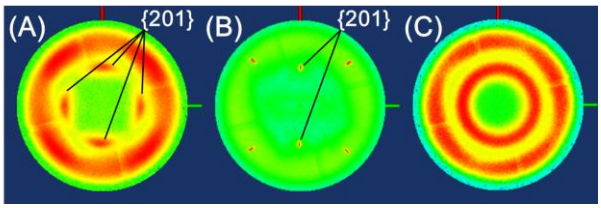
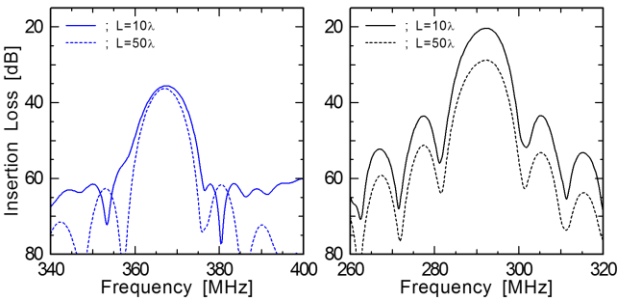


Fig. 1　XRD patterns of Ta_2O_5(200) plane.



(A) STO(100), (B) STO(110) , and (C) SiO_2 samples.
Fig. 2　Pole figures.



(B) STO(110) sample.　(C) SiO_2 sample.
Fig. 3　Frequency responses.

参考文献
[1] Y. Nakagawa, *et al.*: J. Appl. Phys. **61**(1987) 5012.
[2] S. Kakio, *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **49**(2010) 07HB06.
[3] S. Iwamoto, *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **52**(2013) 07HD06.

© 2016年 応用物理学会