

BST 薄膜の LiTaO₃ 基板へのレーザー転写Laser Transfer of BST Thin Film to LiNbO₃ Substrate

東北大学 ○佐本 哲雄, 引地 広介, 平野 栄樹, 田中 秀治

Tohoku University ○Tetsuo Samoto, Kosuke Hikichi, Hideki Hirano, Shuji Tanaka

E-mail: samoto@mems.mech.tohoku.ac.jp

多様な機能を有する酸化物強誘電体薄膜を LSI や MEMS に集積することで、集積化センサなどの幅広い応用が期待できる。ここでは、表面弾性波(SAW)を励振する LiTaO₃ (LT) 基板に、誘電率可変性を持つ強誘電体膜 Ba_xSr_{1-x}TiO₃ (BST) をモノリシックに形成することで、次世代無線通信のための周波数可変型 SAW フィルタを実現することを目指している[1]。しかし、強誘電体膜は堆積に高温を要し、しばしば基板の材料や結晶面を選ぶため利用対象が限られる。我々は、サファイア基板に高温成膜した BST 薄膜に予めレーザーを照射して選択的に密着力を弱めた後、これを LN 基板に対してウェハレベルで接合して転写するプロセスを開発した[2]。これまでに本転写法の基本原理は実証できたが、接合工程中の不均一な荷重分布による強誘電体薄膜の損壊や転写不良が課題となっていた。本研究では、接合時の強誘電体薄膜への荷重分布を均一化するためのダミー-BST パターン配置の効果を検討した。

実験は 2 cm 角のサファイア基板に Pt, BST, Pt, Au をそれぞれ 100 nm, 200 nm, 100 nm, 300 nm 厚に順次スパッタ法で成膜し、各層のエッチングによって目的の BST パターンと荷重平均化のためのダミーを形成した。この試料へサファイア基板側からレーザー照射を行い、BST とサファイア側の Pt との界面の密着力を弱めた後、SAW 共振器が形成された 2 cm 角の LT 基板に作製した Au パッドに 160°C, 33 MPa の条件で接合した。接合後の基板に軽い衝撃を与えると、サファイア基板と LT 基板は容易に剥離し、BST パターンは LT 基板側に転写された。

Fig. 1 にダミーが無い場合とダミーをパターン 1 または 2 で設けた場合の目的の BST 素子の転写率を示す。ダミー無しでは過大な荷重によりほぼ全ての BST 素子が損壊するが、ダミーの配置によって転写率が上がり、特にパターン 2 の配置にすると全ての BST 転写に成功した。有限要素法を用いて基板内の応力分布を解析すると、Fig. 2 に示すようにパターン 2 の面内の圧力均一性はパターン 1 より良好で、接合に必要な圧力を確保しつつ、素子損壊に至る過大な荷重が避けられたために転写率が向上したと考察できる。LT 基板に転写された BST 素子に直流電圧を印加すると静電容量が低下し、それにともない BST 素子と並列に接続した SAW 共振器の反共振周波数の高周波側へのシフト、すなわち SAW の周波数可変動作が確認できた。有限要素法を活用したダミーの最適設計によって、さらに複雑なパターンに対しても無欠陥レーザー転写の実現が期待できる。

本研究は、日本学術振興会の「最先端開発支援プログラム」の支援を受けて行われた。

[1] H. Hirano *et al.*, J. Micromech. Microeng., Vol. 23 (2013) 025005

[2] T. Samoto *et al.*, Transducers 2013, Barcelona, Spain, June 16-20, 2013, pp. 171-174

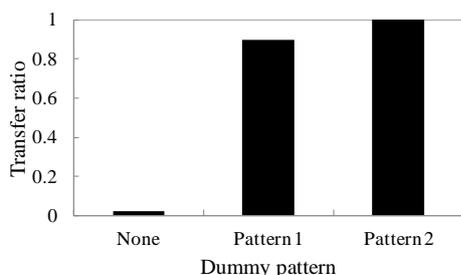


Fig. 1 Relationship between BST film transfer ratio and dummy configuration.

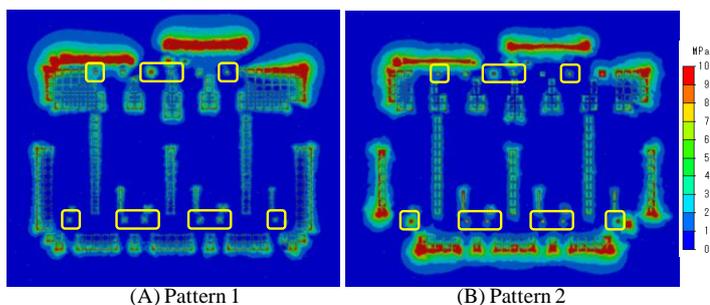


Fig. 2 FEM simulation of Von-Mises stress distribution in (A) Pattern 1 and (B) Pattern 2. Patterns marked with yellow frames are for varactors, and the others are dummy.