

Title	Growth and Control of Crystal Orientation for Lithium Niobate and Lithium Tantalate Thin Film Crystals and Their Surface Acoustic Wave Properties
Author(s)	柴田, 佳彦
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42935
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について〈/a〉をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	柴 田 佳 彦
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 8 5 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 11 年 6 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	Growth and Control of Crystal Orientation for Lithium Niobate and Lithium Tantalate Thin Film Crystals and Their Surface Acoustic Wave Properties (ニオブ酸リチウム (LiNbO ₃)、タンタル酸リチウム (LiTaO ₃) 薄膜結晶の合成と配向制御及び弾性表面波特性)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 川 合 知 二 (副査) 教 授 松 尾 隆 祐 教 授 海 崎 純 男 教 授 小 林 光

論 文 内 容 の 要 旨

LiNbO₃、BaTiO₃ に代表される変位型の強誘電体は、大きな自発分極を有し、また、良好な圧電特性、光学特性を示す事より、広い分野から注目されてきている物質である。その中で、LiNbO₃、LiTaO₃ は、特に大きな自発分極を有し、分極反転が困難な点を特徴とする。LiNbO₃、LiTaO₃ を薄膜化することにより、著しい特性改善が期待される弾性表面波 (SAW) デバイス等の可能性の報告がなされてきている。分極反転が困難な物質であるため、薄膜結晶の物性研究、及び、デバイス作成には as-grown で分極方向のそろった単結晶膜の形成が重要となる。これら物質の薄膜化は、様々な手法で試みられてきているが、良質の薄膜結晶は得られていない。さらに、薄膜結晶の物性は、未だ、不明な点が多く、as-grown の状態で、単分域か多分域かさえ解明されておらず、LiNbO₃、LiTaO₃ 薄膜結晶の物性、及び、結晶成長は、科学的に関心が持たれている。本研究ではレーザーアブレーション法を用いて LiNbO₃、LiTaO₃ の薄膜結晶成長を系統的に研究した。成膜条件が薄膜結晶の膜構造に与える影響を明確にし、成膜条件の最適化、配向制御法を確立し、さらに、高結晶性で、かつ、as-grown で単分域である LiNbO₃、LiTaO₃ 薄膜結晶の創成に初めて成功した。

成膜圧力、基板温度、ターゲット組成などの成膜条件を制御することによって、(110)サファイア基板上に、従来、他の成膜法で得られている (110) 配向にくわえて、新たに (001) 配向の薄膜結晶が得られる事を見いだした。(001) 配向が得られる理由は、高温、高真空で、かつ、成膜速度が遅い為、最満充填面である (001) 配向の成長に適した環境で、加えて、(110) 基板のアニオンの配列が、膜の (001) 面のアニオン配列と類似していたためと考えられる。

薄膜結晶の構造、結晶性を高分解能 X 線回折法等で評価し、サファイア基板上の LiNbO₃ 薄膜結晶が歪み構造であることを見だし、さらに、歪みの発生メカニズムが、基板と膜の熱膨張係数差に起因することを明らかにした。また、LiTaO₃ 基板上的 LiNbO₃ 薄膜結晶において、従来に無い、薄い膜厚 (100 nm~200 nm) で、バルクの単結晶と同等の結晶性の薄膜結晶が得られていることを 7 結晶を用いた高分解能 X 線回折法を用いることにより明らかにした。

薄膜結晶の圧電性、及び、分域状態は弾性表面波デバイスを薄膜結晶上に形成することによって評価した。その結

果、高結晶性の LiNbO_3 、 LiTaO_3 薄膜結晶は as-grown で単分域であることを明らかにした。単分域膜が得られる理由は、基板の3回対称性に加えて、バルク単結晶と比べて、低温で結晶成長が行われているため、多分域化によるエントロピー増大の効果より、分極反転ドメイン間の界面エネルギーの影響が大きく、単分域状態の方がエネルギー的に有利になっているためと推察された。

単分域の薄膜結晶において、理論値と良く一致した弾性表面波特性を実験的に得ることができた。

論文審査の結果の要旨

柴田佳彦氏は、レーザーアブレーション法を用いた薄膜結晶成長により、高結晶性で、かつ、単分域であるニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム薄膜結晶の合成に初めて成功した。サファイア基板上の結晶が歪み構造であることを見だし、歪み発生メカニズムおよび結晶性の決定要因を高分解能X線回折法により明らかにした。さらに、圧電性が極めて優れていることを理論計算および実験から確認し、弾性表面波速度が基板の物性の影響でバルク単結晶の速度より大きいことを明らかにした。これらの結果は、無機化合物研究分野の発展に寄与するところが多い。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として、十分価値あるものと認める。