

Title	Elastic and Dielectric Properties of LiTaO ₃ and LiNbO ₃ Crystals
Author(s)	Tomeno, Izumi
Citation	大阪大学, 1987, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/2428
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【8】

氏名・(本籍)	留野泉
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 7812 号
学位授与の日付	昭和 62 年 7 月 9 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	LiTaO ₃ , LiNbO ₃ 結晶の弾性的および誘電的性質
論文審査委員	(主査) 教授 國富 信彦 (副査) 教授 金森順次郎 教授 呂瀬 和生 教授 櫛田 孝司 助教授 中井 裕

論文内容の要旨

単分域および多分域LiTaO₃, LiNbO₃結晶の弾性定数 C_{11} , C_{33} , C_{44} , $C_{66} = (C_{11} - C_{12}) / 2$ を300Kから980K以上の温度範囲で測定した。弾性定数を高温まで自動測定するため、超音波位相比较法に基づく音速測定装置を開発した。

これらの結晶の強誘電相, 常誘電相の帯電率 χ_{33} , 電気伝導度 σ_{33} , および1200Kまでの χ_{11} , σ_{11} をインピーダンスアナライザを用いて周波数範囲10kHzから13MHzで測定した。

多分域結晶の弾性定数 C_{ii}^E は, 単分域結晶から得られる電場一定の弾性定数 C_{ii}^E , C_{44}^E , C_{66}^E , 分極一定の弾性定数 C_{33}^P と異なる。この結果は圧電効果により説明できる。応力一定の帯電率 χ_{33}^X は1.5MHzまでの測定から, 歪一定の帯電率 χ_{33}^X は, 10, 13MHzの測定から求める。

弾性定数の差 $C_{ii}^P - C_{ii}^E$ および帯電率の逆数の差 $(\chi_{33}^X)^{-1} - (\chi_{33}^E)^{-1}$ を歪 x と分極 P との相互作用に基づいて矛盾なく説明する。電歪的なカップリング $q \times P^2$ は, $C_{ii}^P - C_{ii}^E$ および $(\chi_{33}^X)^{-1} - (\chi_{33}^E)^{-1}$ の温度依存性を説明するに不十分である。高次のカップリング $\gamma \times P^4$ が $C_{33}^P - C_{33}^E$ および $(\chi_{33}^X)^{-1} - (\chi_{33}^E)^{-1}$ に寄与している。高次のカップリングは, ソフトモードの非調和性に由来するものであろう。

帯電率 χ_{33} の結果は, LiTaO₃, LiNbO₃がそれぞれ880K, 1410Kではぼ2次の相転移をしていることを示している。

LiTaO₃については, キュリー温度 T_c を含む広い温度範囲で, χ_{33} と σ_{33} が著しい分散を示す。LiTaO₃の $C_{33}^P - C_{33}^E$ が780Kから T_c の温度で急激に変化するのは, χ_{33} の分散のためである。LiTaO₃よりわずかではあるが, LiNbO₃の常誘電相の χ_{33} も分散を示す。帯電率の測定と光散乱の結果を比較すると, ソフトモードは, T_c 付近でより低い周波数の緩和現象とカップルしていると考えられる。誘電分散は, Li

イオンまたは欠陥の動きと関連しているらしい。弾性定数と帯電率の結果は、 LiTaO_3 、 LiNbO_3 の構造相移転が変位型と秩序無秩序型との中間的性格を持っていることを示唆している。

論文の審査結果の要旨

本研究では強誘電性物質 LiTaO_3 と LiNbO_3 の単結晶の弾性定数を常温から980Kまでの範囲で測定し、これと1200Kまでの交流帯電率と交流電気伝導度の測定結果とからこれらの強誘電性転移の機構を解明した。

これらの物質では変態温度が高いため、これまで変態点をこえた弾性定数の測定は行われていなかった。この研究では弾性定数測定のために超音波位相比較法による自動音速測定装置を開発し、特に高温での測定が特殊な接着剤の選定を含めたいくつかの創意と努力によって可能になった。

LiTaO_3 と LiNbO_3 の強誘電性変態の機構は、これまで中性子弾性散乱、非弾性散乱、Raman散乱等の手段で調べられてきたが、それぞれで得られた結論は前二者は規則-不規則変態機構を支持し、後者が変位型変態を支持し、互いに矛盾していた。本研究の結果によると、Lydanne-Sachs-Teller則、Cole-Cole円弧則のいずれも成立せず、単純な規則-不規則、変態機構も変位型機構のいずれもが、この変態を説明し得ないことが明らかにされた。また、弾性定数の測定からは格子振動の非調和成分が大きいのことが明らかになり、弾性定数、帯電率、電気伝導度の測定からは大きい分散が存在することが明らかになった。これらの結果からこの変態の機構はどちらか一方の機構ではなく、両者のまじりあった複雑なものであろうことが推論された。

本研究は高温の弾性定数の測定技術を開発し、これと他の測定手段を併用することによって、 LiTaO_3 と LiNbO_3 の強誘電性変態機構を理解するための新しい知見を与えたものであって、理学博士の学位論文として十分の価値のあるものと認める。