ЛИТЕРАТУРА

1. *Запасский В. С.* ЖПС, 37, 181 (1982).
2. *Бокуть Б. В., Гиргель С. С.* Оптика и спектр., 49, 920 (1980).
3. *Ерицян О. С.* Изв. АН АрмССР, Физика, 19, 70 (1984), 21, 12 (1986).

ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՆ ՀԱՐԹՈՒԹՅԱՆ ՊՏՈՒՅՑԻ ՈՒԺԵՂԱՑՈՒՄԸ ԵՐԿՇԵՐՏ ՍԱԼԻԿՈՒՄ

Հ. Ս. ԵՐԻՑՅԱՆ

Քննարկված է լույսի անցումը երկու անիզոտրոպ շերտերից կազմված սալիկով, ըստ որում շերտերն իրար նկատմամբ կամայական անկյունով պտտված են իրենց հպման մակերևույթի նորմալի շուրջը։ Վերլուծված են այդպիսի սալիկի առանձնահատկությունները կիրառելու որոշ հնարավորություններ։

THE AMPLIFICATION OF POLARIZATION PLANE ROTATION IN TWO-LAYER SHEET

H. S. ERITSYAN

The amplification of polarization plane rotation of light at its passage through a sheet coosisting of two auisotropic layers is considered.

Изв. АН Армении, Физика, т. 26, вып. 3, с. 145—150 (1991)

УДК 548.0

ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ ЙОДАТА ЛИТИЯ

Д. М. АЙВАЗОВ, Р. Н. БАЛАСАНЯН

Институт физических исследований АН Армении

(Поступила в редакцию 8 января 1991 г.)

Приведены результаты исследования пироэлектрических свойств йодата лития гексагональной модификации в интервале температур 170—420 К и проведено сравнение с пироэлектрическими свойствами АДТГС, $LiTaO_3$ и $LiNbO_3$. Показано влияние включенного в кристалл маточного раствора на пироэлектрические свойства и электропроводность α-$LiIO_3$.

Гексагональная модификация кристаллов йодата лития (α-$LiIO_3$) относится к пространственной группе $P6_3$ и поэтому принадлежит к пироэлектрическому классу материалов. Благодаря некоторым уникальным свойствам кристаллы α-$LiIO_3$ привлекли внимание многих исследователей, что привело к публикации большого объема информации об их физических и химических свойствах [1]. Однако в научной литературе отсутствуют сведения о пироэлектрических свойствах α-$LiIO_3$ в то время,

как поиск и разработка материалов с оптимальными преобразовательными свойствами. а также изучение сопутствующих эффектов в известных пироэлектрических материалах являются одним из основных направлений пироэлектрического материаловедения [2].

Целью настоящей работы явилось исследование пироэлектрических свойств α-$LiIO_3$ и определение его места в ряду известных пироэлектрических кристаллов. В работе приведены результаты исследования пироэлектрических свойств йодата лития в интервале температур 170—420 К.

Методика эксперимента

Исследование пироэлектрического эффекта проводилось динамическим методом на установке, схема которой приведена на рис. 1. Пироэлектрический датчик (1), нагруженный на сопротивление 3,3 гОм, через истоковый повторитель (6) подключался к селективному нановольтметру типа 233 (7). Регистрация температурной зависимости величины пироэлектрического сигнала осуществлялась при помощи двухкоординатного самописца (8), к «У» входу которого подключался выход селективного нановольтметра, а ко входу «Х»—дифференциальная термопара, служащая для контроля температуры датчика. Пироэлектрический датчик конструктивно представлял из себя текстолитовую шайбу с приклеенной пластиной z-среза кристалла, имеющей толщину 80—100 мкм и поперечные размеры 1,5—2 мм.

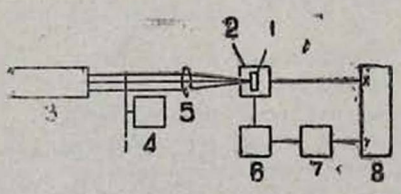

Рис. 1.

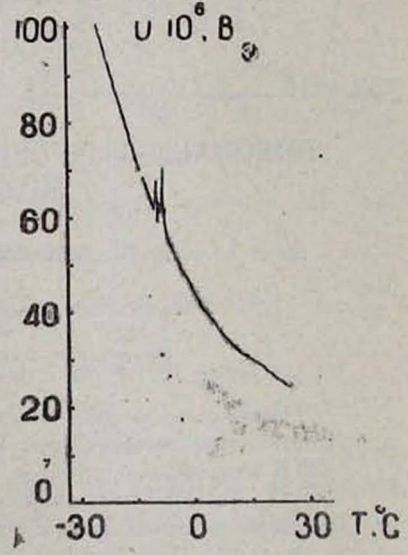

Рис. 2.

Рис. 1. Блок—схема измерительной установки. 1—пироэлектрический датчик, 2—термическая камера, 3—He-Ne лазер, 4—модулятор, 5—линза, 6—согласующий каскад, 7—селективный нановольтметр, 8—самописец.

Рис. 2. Зависимость величины пироэлектрического сигнала от температуры (фрагмент).

Измерения проводились при частоте модуляции как близкой к оптимальной для данного пироэлектрического датчика (10 Гц), так и при 1 кГц, что позволило использовать температурную зависимость проводимости образца, измеренную стандартным мостом Е7-8, для оценки величины пироэлектрического тока. Термическая камера представляла из себя полость с двойной рубашкой, где происходило интенсивное испарение жидкого азота. Имелась также возможность нагрева камеры. Для предотвращения образования инея на рабочих поверхностях пироэлектрического датчика при его охлаждении использовался данный сапфировый световод, который герметически крепился к черненной поверхности пироэлектрического датчика.

Монокристаллы α-$LiIO_3$, из которых изготовлялись пироэлектрические датчики, были выращены из кислого водного раствора (pH=1,8) методом изотермического испарения растворителя при температуре 40°С. Для приготовления растворов использовалась номинально чистая шихта марки «о.с.ч.».

С целью сравнения пироэлектрических свойств α-$LiIO_3$ с такими известными пироэлектриками, как АДТГС, $LiTaO_3$ и $LiNbO_3$, на их основе также были изготовлены пироэлектрические датчики указанной выше конструкции.

На основе измерений величины пироэлектрического сигнала и шумов пиродатчиков вычислялась величина пороговой $P_м$ и вольт-ваттовой $S_{В-В}$ чувствительностей, а также оценивались пироэлектрические коэффициенты γ в соответствии с методикой, приведенной в работах [3, 4].

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Результаты измерений пороговой чувствительности, вольт-ваттовой чувствительности, пироэлектрических коэффициентов при частотах модуляции 10 Гц и 1 кГц для вышеуказанных образцов приведены в таблице.

Таблица

Сравнительные характеристики пироэлектрических свойств некоторых кристаллов

Кристалл	$P_м \cdot 10^8$ Вт·Гц$^{-\frac{1}{2}}$	$S_{В-В}$ В·Вт$^{-1}$	$\gamma \cdot 10^8$ Кл·см$^{-2}$·К$^{-1}$	f, Гц	T, °С
АДТГС	0,16	617		10	18
	39	2,8	4,06	1000	18
$LiTaO_3$	1,08	188		10	18
	10,9	2,4	3,43	1000	18
$LiNbO_3$	3,3	62		10	18
	187	1,14	0,87	1000	18
α—$LiIO_3$	178	0,69		10	18
	228	0,11	0,13	1000	18
	0,01	400		10	—90
	4,56	2,8		1000	—90

Из таблицы следует, что кристаллы α-$LiIO_3$ являются достаточно хорошим пироэлектрическим материалом, но в то же время при комнатной температуре они явно уступают АДТГС, $LiTaO_3$ и $LiNbO_3$. С понижением температуры пороговая и вольт-ваттовая чувствительности пироэлектрических датчиков на основе α-$LiIO_3$ возрастают и достигают довольно высоких значений: $P_M = 1 \cdot 10^{-10}$ Вт·Гц$^{-1/2}$ и $S_{В-В} = 400$ В·Вт$^{-1}$. Особенностью кристалла α-$LiIO_3$ как пироэлектрического материала является относительно низкое электрическое сопротивление при комнатной температуре. Причем величина удельного сопротивления изготовленных нами пироэлектрических приемников на основе α-$LiIO_3$ менялась от образца к образцу в пределах 0,5—1,8·10^6 Ом.см$^{-1}$. Наблюдается различие и в температурной зависимости величины пироэлектрического сигнала.

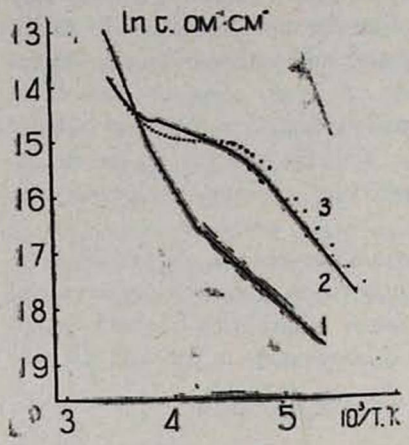

Рис. 3.

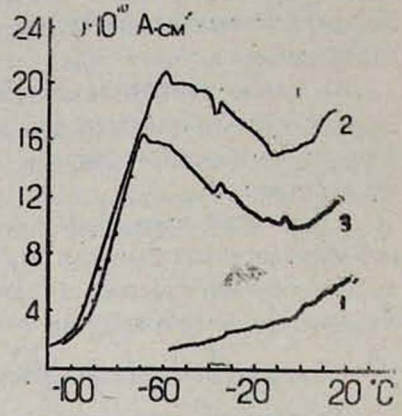

Рис. 4.

Рис. 3. Зависимость электропроводности пироэлектрического датчика на основе α-$LiIO_3$ от температуры для различных образцов.

Рис. 4. Зависимость плотности пироэлектрического тока от температуры для различных образцов.

У большинства исследованных пироэлектрических датчиков на основе α-$LiIO_3$ в области температур -12—-15°С наблюдаются резкие выбросы. На рис. 2 приведен фрагмент графика зависимости величины пироэлектрического сигнала от температуры кристалла. Исследование электропроводности этих же пироэлектрических датчиков от температуры также показывает наличие изменения величины энергии активации электропроводности при указанной температуре (рис. 3). Из рис. 3 следует, что кроме температуры—12°С существует особенность в поведении α-$LiIO_3$ и при температурах ниже —35°С. При этих температурах происходит изменение величины энергии активации электропроводности исследуемых кристаллов, однако от образца к образцу наблюдается большой разброс этой величины. Несмотря на такое различие все кристаллы обнаружили аномалии в значении величины электропроводности при указанных выше температурах.

На основе измерения зависимости величины пироэлектрического сигнала и сопротивления исследуемых образцов от температуры была вычислена зависимость величины плотности пироэлектрического тока от температуры. Вид этих кривых (рис. 4) также зависит от конкретного образца, тем не менее при температурах —12°С и ниже —35°С все они имеют характерный излом, что свидетельствует о существовании особенностей пироэлектрических свойств α-$LiIO_3$, а также о сложном характере зависимости плотности пироэлектрического тока от температуры. Нумерация кривых на рис. 3 и 4 соответствует одним и тем же образцам.

Проведенные исследования пироэлектрического эффекта в кристалле α-$LiIO_3$ в интервале температур +20—+150°С показали, что пироэлектрический сигнал на всех исследованных образцах монотонно падает и доходит до уровня тепловых шумов при +110—+120°С без особенностей в его поведении.

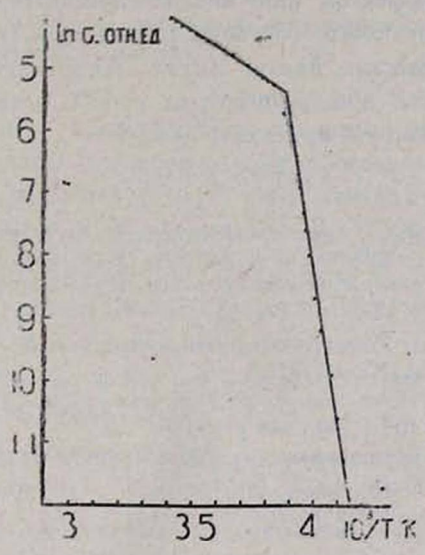

Рис. 5. Зависимость электропроводности маточного раствора $LiIO_3$ от температуры.

Для объяснения приведенных аномалий в зависимостях величины пироэлектрического сигнала, электропроводности и плотности пироэлектрического тока от температуры проводилось исследование насыщенных при комнатной температуре кислых растворов йодата лития. На рис. 5 приведен график температурной зависимости электропроводности указанного раствора, из которого следует, что при температуре —12°С происходит резкое изменение его состояния. При этом наблюдается возрастание энергии активации электропроводности с 0,2 до 2,1 эВ. Это изменение состояния вещества, как впоследствии подтвердил дифференциально-термический анализ (ДТА), представляет собой переход I рода с выделением тепла и соответствует процессу затвердевания маточного раствора $LiIO_3$. Исследование методом ДТА кристаллических порош-

ков α-$LiIO_3$ подтвердило наличие маточного раствора в кристалле, о чем уже сообщалось в некоторых работах [5—7].

В соответствии с результатами работы [5], где проводятся оценки размеров локализованных областей раствора в кристалле, которые меняются от единиц микрометров до 100 мкм, можно объяснить причину большого разброса в значениях измеренных параметров пироэлектрических датчиков. Толщина кристаллических пластин соизмерима с размерами этих областей локализации раствора, которые распределены в кристалле неравномерно. Наблюдаемые резкие импульсы в температурной зависимости пироэлектрического сигнала при -12—-15°С могут также быть объяснены затвердеванием включений маточного раствора в кристалле. Последнее сопровождается изменением объема этих включений, что приводит к резким механическим напряжениям в кристалле и, следовательно, к возникновению пьезоэлектрических импульсов на фоне пироэлектрического сигнала.

Таким образом, кристаллы α-$LiIO_3$ обладают достаточно хорошим пироэлектрическим эффектом при низких температурах. Неравномерный по объему захват маточного раствора в растущем крисалле влияет на пироэлектрические свойства йодата лития. Аномальное изменение пироэлектрического сигнала при температуре —12°С связано с затвердеванием маточного раствора в кристалле α-$LiIO_3$.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Авдиенко К. И., Богданов С. В., Архипов С. М.* и др. Йодат лития. Выращивание кристаллов, их свойства и применение. Изд. Наука. Новосибирск, 1980.
2. Сегнето и пьезоэлектрики в ускорении научно-технического процесса. Материалы семинара. Москва, 1987.
3. *Кременчугский Л. С., Ройцина О. Б.* Пироэлектрические приемники излучения. Изд. Наукова думка, Киев, 1979.
4. *Кременчугский Л. С., Самойлов В. Б.* Кристаллография, 12, 1077 (1967).
5. *Исаенко Л. И.* и др. ФТТ, 30, 348 (1988).
6. *Батурин Н. А.* и др. Кристаллография, 30, 814 (1985).
7. *Баласанян Р. Н., Оганесян А. С., Погосян С. П.* Тезисы докладов VII Всесоюзной конференции по росту кристаллов, М., 96, 1988.

α-$LiIO_3$ ԲՅՈՒՐԵՂՆԵՐԻ ՊԻՐՈԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Դ. Մ. ԱՅՎԱԶՈՎ, Ռ. Ն. ԲԱԼԱՍԱՆՅԱՆ

Բերված են լիթիում յոդատ բյուրեղի հեկսագոնալ մոդիֆիկացիայի պիրոէլեկտրական հատկությունների հետազոտման արդյունքները 170—420 K շերմաստիճանային տիրույթում և կատարված է համեմատություն ADTGS, $LiTaO_3$ *և* $LiNbO_3$ *բյուրեղների պիրոէլեկտրական հատկությունների հետ։ Ցույց է տրված բյուրեղների աճեցման ընթացքում ներգրավված մայրական լուծույթի ազդեցությունը* α-$LiIO_3$ *բյուրեղների պիրոէլեկտրական հատկությունների և էլեկտրահաղորդականության վրա։*

THE PYROELECTRIC PROPERTIES OF α—$LiIO_3$ CRYSTALS

D. M. AJVAZOV, R. N. BALASANYAN

Results of an investigation of pyroelectric properties of α—$LiIO_3$ crystals in the temperature range from 170 to 420 K are reported. A comparison with pyroelectric properties of ADTGS, $LiTaO_3$ and $LiNbO_3$ crystals has been made. The influence of entrapped mother solution on the pyroelectric properties and electrical conductance of α—$LiIO_3$ is shown.